



Esta obra está bajo una [Licencia  
Creative Commons Atribución-  
NoComercial-Compartirigual 2.5 Perú](http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/).

Vea una copia de esta licencia en  
<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/>

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN-TARAPOTO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**APLICACIÓN DEL MODELO HDM III EN LA EVALUACIÓN DE  
PROYECTOS DE CARRETERAS EN LA REGIÓN SAN MARTIN:  
“CARRETERA DEPARTAMENTAL SM -103: EMPALME PE – 5N  
(SACANCHE) – EL ESLABÓN – PISCOYACU – SAPOSOA, PROVINCIA  
DEL HUALLAGA, REGIÓN SAN MARTIN**

**Informe de ingeniería para optar el título profesional de  
INGENIERO CIVIL**

**AUTOR:**

**Bach. Agustín Vega Peña**

**ASESOR:**

**Ing. Carlos Enrique Chung Rojas**

**TOMO I**

**Tarapoto – Perú**

**2018**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN-TARAPOTO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**APLICACIÓN DEL MODELO HDM III EN LA EVALUACIÓN DE  
PROYECTOS DE CARRETERAS EN LA REGIÓN SAN MARTIN:  
“CARRETERA DEPARTAMENTAL SM -103: EMPALME PE – 5N  
(SACANCHE) – EL ESLABÓN – PISCOYACU – SAPOSOA, PROVINCIA  
DEL HUALLAGA, REGIÓN SAN MARTIN**

**Informe de ingeniería para optar el título profesional de  
INGENIERO CIVIL**

**AUTOR:**

**Bach. Agustín Vega Peña**

**Sustentado y aprobado ante el honorable jurado el día 23 de febrero del 2018**

.....  
**Ing. M. Sc. RUBÉN DEL ÁGUILA PANDURO**  
**Presidente**

.....  
**Ing. JUVENAL VICENTE DÍAZ AGIP**  
**Secretario**

.....  
**Ing. NESTOR RAUL SANDOVAL SALAZAR**  
**Miembro**

.....  
**Ing. CARLOS ENRIQUE CHUNG ROJAS**  
**Asesor**

## **Declaratoria de Autenticidad**

Yo, **Agustin Vega Peña**, identificado con DNI N°**42734991** egresado de la Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura, Escuela Profesional de Ingeniería Civil, de la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, con el Informe de Ingeniería tititulada: **APLICACIÓN DEL MODELO HDM EN LA EVALUACIÓN DE PROYECTOS DE CARRETERAS EN LA REGIÓN SAN MARTIN: “CARRETERA DEPARTAMENTAL SM – 103: EMPALME PE - 5N (SACANCHE) – ESLABON – PISCUYACU – SAPOSOA, PROVINCIA DEL HUALLAGA, REGIÓN SAN MARTIN”**

Declaro bajo juramento que:

1. El informe de ingeniería presentada es de mi autoría.
2. He respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas. Por tanto, el informe de ingeniería no ha sido plagiada ni total ni parcialmente.
3. El informe de ingeniería no ha sido auto plagiado; es decir, no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados y por tanto los resultados que se presenten el informe de ingeniería se constituirán en aportes a la realidad investigada.

De considerar que el trabajo cuenta con una falta grave, como el hecho de contar con datos fraudulentos, demostrar indicios y plagio (al no citar la información con sus autores), plagio (al presentar información de otros trabajos como propios), falsificación (al presentar la información e ideas de otras personas de forma falsa), entre otros, asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a la normatividad vigente de la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto.

Tarapoto, 24 de julio del 2018.



**Agustín Vega Peña**  
DNI N°**42734991**



## DECLARACIÓN JURADA

Yo, Agustín Vega Peña, identificada con DNI N° 42734991, domicilio legal en Jr. Los Ángeles # , Tarapoto – San Martín, a efecto de cumplir con las Disposiciones Vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura de la Universidad Nacional de San Martín-Tarapoto, **DECLARO BAJO JURAMENTO**, que todos los documentos, datos e información de la presente tesis, son auténticos y veraces.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponde ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las Normas Académicas de la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto.

Tarapoto, 24 de Julio del 2018



Bach. Agustín Vega Peña  
DNI:42734991



Huella Digital



**Formato de autorización NO EXCLUSIVA** para la publicación de trabajos de investigación, conducentes a optar grados académicos y títulos profesionales en el Repositorio Digital de Tesis.

**1. Datos del autor:**

Apellidos y nombres:	Vega Peña Agustín		
Código de alumno :	033029	Teléfono:	942980687
Correo electrónico :	nitsuga182@hotmail.com	DNI:	42734991

(En caso haya más autores, llenar un formulario por autor)

**2. Datos Académicos**

Facultad de:	Ingeniería Civil
Escuela Profesional de:	Ingeniería Civil y Arquitectos

**3. Tipo de trabajo de investigación**

Tesis	( )	Trabajo de investigación	( )
Trabajo de suficiencia profesional	(X)		

**4. Datos del Trabajo de investigación**

<b>Título:</b> APLICACIÓN DEL MODELO HDM II EN LA EVALUACIÓN DE PROYECTOS DE CARRETERAS EN LA REGIÓN SAN MARTÍN : "CARRETERA DE PAITHME SM-103 : EMPALME PE-SN (SA:AVCHÉ) - ES LABÓN - PISCAYACU - SAPOSOA, PROVINCIA DEL HUALLAGA, REGIÓN SAN MARTÍN.
<b>Año de publicación:</b>

**5. Tipo de Acceso al documento**

Acceso público *	(X)	Embargo	( )
Acceso restringido **	( )		

Si el autor elige el tipo de acceso abierto o público, otorga a la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, una licencia **No Exclusiva**, para publicar, conservar y sin modificar su contenido, pueda convertirla a cualquier formato de fichero, medio o soporte, siempre con fines de seguridad, preservación y difusión en el Repositorio de Tesis Digital. Respetando siempre los Derechos de Autor y Propiedad Intelectual de acuerdo y en el Marco de la Ley 822.

En caso que el autor elija la segunda opción, es necesario y obligatorio que indique el sustento correspondiente:


**6. Originalidad del archivo digital.**

Por el presente dejo constancia que el archivo digital que entrego a la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, como parte del proceso conducente a obtener el título profesional o grado académico, es la versión final del trabajo de investigación sustentado y aprobado por el Jurado.

## 7. Otorgamiento de una licencia *CREATIVE COMMONS*

Para investigaciones que son de acceso abierto se les otorgó una licencia *Creative Commons*, con la finalidad de que cualquier usuario pueda acceder a la obra, bajo los términos que dicha licencia implica

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/>

El autor, por medio de este documento, autoriza a la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, publicar su trabajo de investigación en formato digital en el Repositorio Digital de Tesis, al cual se podrá acceder, preservar y difundir de forma libre y gratuita, de manera íntegra a todo el documento.

Según el inciso 12.2, del artículo 12° del Reglamento del Registro Nacional de Trabajos de Investigación para optar grados académicos y títulos profesionales - RENATI **“Las universidades, instituciones y escuelas de educación superior tienen como obligación registrar todos los trabajos de investigación y proyectos, incluyendo los metadatos en sus repositorios institucionales precisando si son de acceso abierto o restringido, los cuales serán posteriormente recolectados por el Repositorio Digital RENATI, a través del Repositorio ALICIA”.**




Firma del Autor

## 8. Para ser llenado en la Oficina de Repositorio Digital de Ciencia y Tecnología de Acceso Abierto de la UNSM – T.

Fecha de recepción del documento:

10 / 08 / 2018



  
Firma del Responsable de Repositorio  
Digital de Ciencia y Tecnología de Acceso  
Abierto de la UNSM – T.

**\* Acceso abierto:** uso lícito que confiere un titular de derechos de propiedad intelectual a cualquier persona, para que pueda acceder de manera inmediata y gratuita a una obra, datos procesados o estadísticas de monitoreo, sin necesidad de registro, suscripción, ni pago, estando autorizada a leerla, descargarla, reproducirla, distribuirla, imprimirla, buscarla y enlazar textos completos (Reglamento de la Ley No 30035).

**\*\* Acceso restringido:** el documento no se visualizará en el Repositorio.

## **DEDICATORIA**

A **Dios**, Nuestro Padre porque es mi fortaleza, y  
que gracias a las bendiciones y al amor tan  
grande hace realidad todo lo que me propongo.



## AGRADECIMIENTO

A todos los **Docentes de la Facultad de Ingeniería Civil**, por su constante y dedicada labor en la enseñanza y formación de los futuros Profesionales.

## ÍNDICE GENERAL

<b>DEDICATORIA .....</b>	<b>ix</b>
<b>AGRADECIMIENTO .....</b>	<b>vii</b>
<b>ÍNDICE.....</b>	<b>viii</b>
<b>RESUMEN .....</b>	<b>xiii</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>xiv</b>
<b>CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
1.1. Antecedentes del problema .....	1
1.1.1. Aspectos generales.....	1
1.1.1.1.Ubicación política y geográfica.....	1
1.1.1.2.Vías de acceso .....	3
1.2. Alcances .....	3
1.3. Limitaciones.....	3
1.4. Justificación.....	4
<b>CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>5</b>
2.1. Antecedentes teóricos.....	5
2.2. Objetivos .....	6
2.2.1. Objetivo General .....	6
2.2.2. Objetivos específicos.....	6
2.3. Marco teórico .....	6
2.3.1. Marco teórico .....	6
2.3.2. Marco conceptual .....	13
2.4. Propuesta.....	18
<b>CAPÍTULO III:MATERIALES Y MÉTODOS .....</b>	<b>19</b>
3.1. Materiales.....	19
3.1.1. Recursos humanos.....	19
3.1.2. Materiales .....	19
3.1.3. Equipos.....	19
3.1.4. Otros recursos.....	19
3.2. Métodos.....	19
<b>CAPÍTULO IV:RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>20</b>
4.1. Evaluación económica del proyecto.....	20
4.1.1. Proyecto alternativo seleccionado a nivel de factibilidad .....	20
4.1.2. Costos de inversión del proyecto.....	20
4.1.3. Pasos en el ingreso de datos al HDM III .....	20
4.2. Condiciones actuales de la vía .....	45
6.1. Conclusiones y Recomendaciones .....	52

6.1.1. Conclusiones .....	50
6.1.2. Recomendaciones.....	51
<b>REFERENCIAS</b> .....	<b>55</b>
<b>ANEXOS</b> .....	<b>56</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b>	Costos de inversión del proyecto.....	22
<b>Tabla 2</b>	Datos de control de análisis.....	23
<b>Tabla 3</b>	Datos de la Carretera.....	25
<b>Tabla 4</b>	Datos de vehículos parte 1.....	27
<b>Tabla 5</b>	Datos de vehículos parte 2.....	28
<b>Tabla 6</b>	Datos de vehículos.....	28
<b>Tabla 7</b>	Política de mantenimiento - estrategia 1.....	30
<b>Tabla 8</b>	Política de construcción - estrategia 2.....	31
<b>Tabla 9</b>	Política de mantenimiento - estrategia 2.....	32
<b>Tabla 10</b>	Política de construcción - estrategia 3.....	33
<b>Tabla 11</b>	Política de mantenimiento - estrategia 3.....	34
<b>Tabla 12</b>	Política de construcción - estrategia 4.....	35
<b>Tabla 13</b>	Política de mantenimiento - estrategia 4.....	36
<b>Tabla 14</b>	Política de construcción - estrategia 5.....	37
<b>Tabla 15</b>	Política de mantenimiento - estrategia 5.....	38
<b>Tabla 16</b>	Descripción de estrategias.....	39
<b>Tabla 17</b>	Programación de la política para las estrategias.....	41
<b>Tabla 18</b>	Evaluación económica.....	42
<b>Tabla 19</b>	Ev Factores de deterioro – grietas totales aluación económica.....	43
<b>Tabla 20</b>	Factores de deterioro – grietas anchas.....	44
<b>Tabla 21</b>	Factores de deterioro – peladuras.....	45
<b>Tabla 22</b>	Factores de deterioro – baches.....	46
<b>Tabla 23</b>	Factores de deterioro – roderas.....	47
<b>Tabla 24</b>	Factores de deterioro – rugosidad.....	48
<b>Tabla 25</b>	Costos de Operación vehicular.....	49

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b>	Ubicación del proyecto .....	2
<b>Figura 2</b>	Croquis del camino.....	3
<b>Figura 3</b>	Entorno del hdm III .....	8
<b>Figura 4</b>	Concepto del análisis del ciclo de vida en el hdm III .....	10
<b>Figura 5</b>	Efecto del estado de la carretera en los costos de operación del vehículo .....	11
<b>Figura 6</b>	Fases de las simulaciones.....	13
<b>Figura 7</b>	Fases de la simulación de las simulaciones.....	16
<b>Figura 8</b>	Ciclo del proyecto.....	19
<b>Figura 9</b>	Pantalla de HDM III accionando el procesamiento.....	40
<b>Figura 10</b>	Área total de grietas en el horizonte.....	50
<b>Figura 11</b>	Área de grietas anchas en el horizonte.....	51
<b>Figura 12</b>	Área de peladuras en el horizonte.....	52
<b>Figura 13</b>	Área de baches en el horizonte.....	52
<b>Figura 14</b>	Rodera en mm, en el horizonte.....	53
<b>Figura 15</b>	Evolución del IRI en el horizonte.....	54
<b>Figura 16</b>	Áreas intervenidas con parche.....	55
<b>Figura 17</b>	Áreas con presencia de fisuras.....	56
<b>Figura 18</b>	Áreas con presencia de fisuras anchas.....	57
<b>Figura 19</b>	Medición de rodera.....	57
<b>Figura 20</b>	Mantenimiento programado vs. Ejecutado.....	58



## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>Anexo 1</b>	Factibilidad del proyecto de inversión pública.....	63
<b>Anexo 2</b>	Factibilidad del proyecto de inversión pública.....	290
<b>Anexo 3</b>	Planos.....	307

## RESUMEN

El presente Informe de Ingeniería se desarrolló en la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura de la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, con fines de titulación como Ingeniero Civil, en cumplimiento de la normatividad vigente para este caso.

El propósito del documento, es presentar los resultados de la evaluación económica de las alternativas de solución dadas al mejoramiento de una vía terrestre, mediante la aplicación del modelo HDM-III, según diferentes supuestos estandarizados y combinados.

Este documento se desarrolló mediante la recopilación de estudios realizados y mediante la capacitación del autor, para determinar diferentes parámetros y condiciones a brindarle al modelo. Se ha tenido que revisar bibliografía y normativas para que el resultado esté acorde con la tecnología y procedimientos contemporáneos aplicados a la infraestructura vial.

La ejecución del presente trabajo, ha permitido, en primer lugar, obtener resultados de la evaluación de diferentes alternativas para ser aplicado en una obra de impacto social permitiendo estar frente a una realidad concreta y contrastar los conocimientos adquiridos en el aula con la realidad de campo, donde se ha participado del manejo de un proyecto, revisando y controlando los procedimientos y avances, confrontando lo establecido con los objetivos esperados y las necesidades propias de lo cotidiano, de manera que las vivencias ocurridas, son sucesos que pasarán a engrosar las experiencias profesionales incipientes del autor. En segundo lugar, este documento será de mucha utilidad para los estudiantes de la Facultad, para quienes lo expongo desinteresadamente, recomendando que se constituya en un material valioso para los interesados en ejecutar obras de carreteras y como aporte académico en la formación de futuros ingenieros civiles.

**Palabras Claves:** modelo HDM-III, ingeniería civil, evaluación económica.

## ABSTRACT

The following Engineering Report was developed in the Professional Academic School of Civil Engineering of the Faculty of Civil Engineering and Architecture of the National University of San Martín - Tarapoto, with the purpose of reaching the Civil Engineer degree, according to the current regulations for this case.

The purpose of this research is to present the results of the economic evaluation of the solution alternatives given to the improvement of a land route, by applying the HDM-III model, according to different standardized and combined assumptions.

This report was developed through the compilation of studies carried out and through the author's training, to determine different parameters and conditions to be provided to the model. It has had to revise bibliography and regulations so that the result is in accordance with the technology and contemporary procedures applied to the road infrastructure.

The execution of this work, has allowed, first, to obtain results of the evaluation of different alternatives to be applied in a work of social impact allowing to face a specific reality and contrast the knowledge acquired in the classroom with the reality of the field, where they have participated in the management of a project, reviewing and controlling the procedures and advances, comparing the established with the expected objectives and the needs of the everyday, so that the experiences that have occurred are events that will swell the professional experiences incipient of the author. Second, this document will be very useful for the students of the Faculty, for whom I expose it selflessly, recommending that it be a valuable material for those interested in executing road works and as an academic contribution in the training of future civil engineers.

Keywords: HDM-III model, civil engineering, economic evaluation



# **CAPÍTULO I**

## **INTRODUCCIÓN**

El presente estudio tiene por objetivo determinar la alternativa tecnológica más adecuada para el mejoramiento de una vía, empleando el Modelo HDM III, en carreteras en la región San Martín, para el caso de la “Carretera Departamental SM -103: Empalme PE – 5N (Sacanche) – El Eslabón – Piscoyacu – Saposoá, Provincia del Huallaga, Región San Martín”, considerando alternativas ya sea a nivel de asfalto en caliente o tratamiento superficial bicapa, para las cuales se evaluarán los costos que implican ambas alternativas.

La Carretera Departamental SM-103: Empalme PE-5N (Sacanche) – El Eslabón - Piscoyacu - Saposoá formará parte de la infraestructura vial que permitirá un mejor acceso de la población y consecuentemente la salida de los productos hacia los mercados potenciales.

### **Antecedentes del problema**

#### **1.1.1. Aspectos generales**

##### **1.1.1.1. Ubicación política y geográfica**

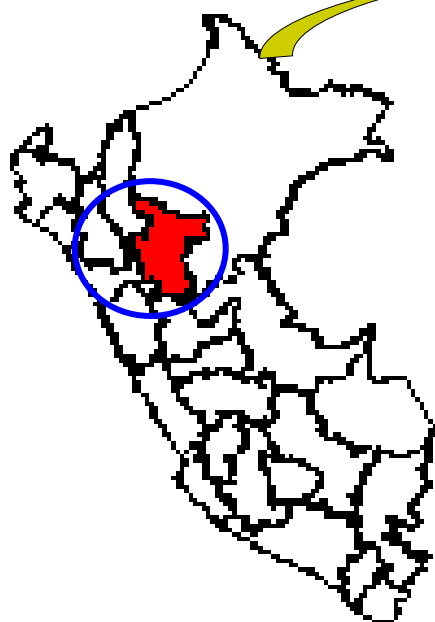
###### **Política:**

Departamento	: San Martín
Provincia	: Huallaga
Distritos	: Sacanche, El Eslabón, Piscoyacu y Saposoá
Localidades	: Sacanche, El Eslabón, Piscoyacu y Saposoá

El proyecto está situado en la región Nor Oriente del Perú geográficamente se ubica entre los paralelos 7° 04' 21.5" - 6° 55' 45.3" de latitud sur y los meridianos 76° 43' 7.7" - 76° 46' 11.1" de longitud oeste, con una altitud de 310 msnm, el tramo se inicia en el empalme PE – 5N (Sacanche), continuando hacia las localidades de Eslabón, Piscoyacu, y finalizando en la localidad de Saposoá; esta vía tiene una longitud de 23.640 km.

**Ubicación de proyecto:**

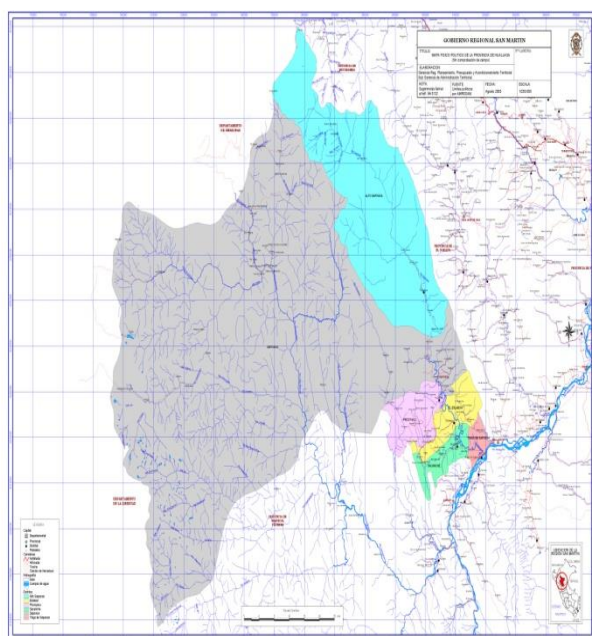
**Ubicación del Departamento**



**Departamento de San Martín**



**Provincia del Huallaga**

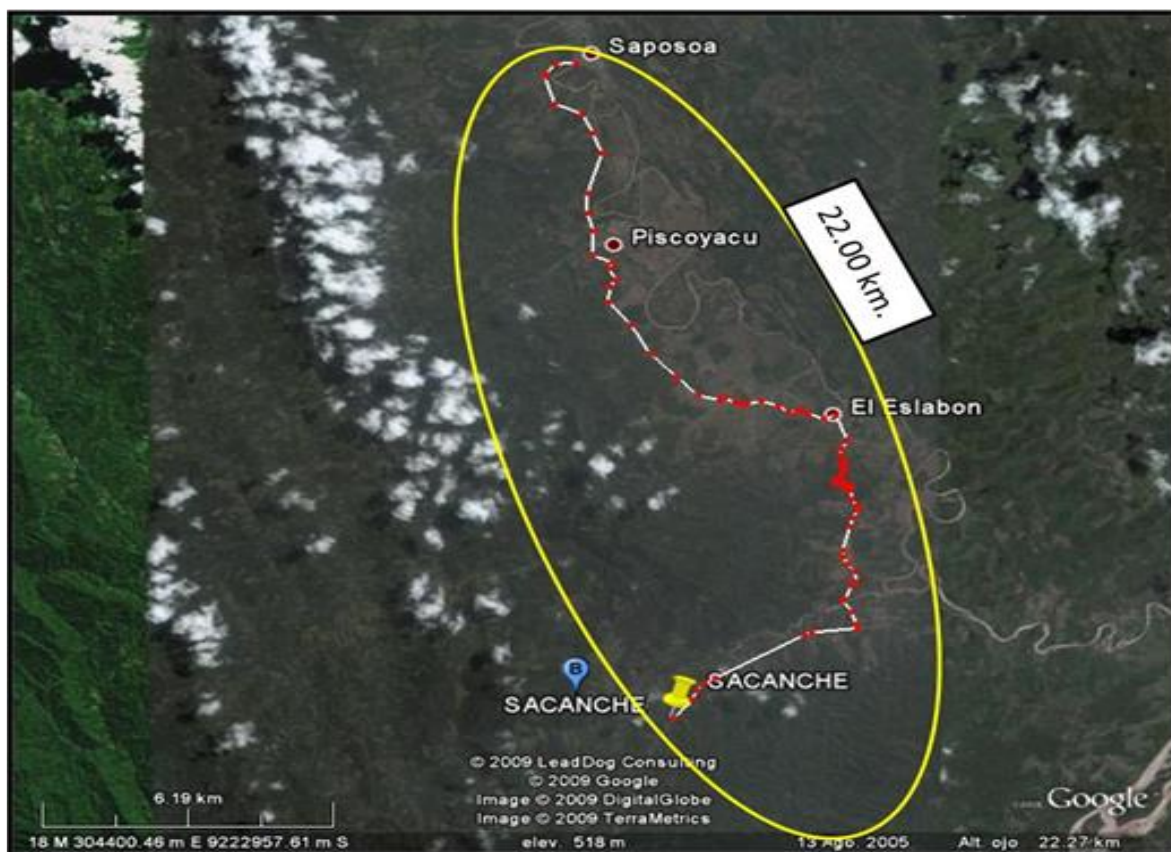


**Zona del Proyecto**



**Figura 1:** Ubicación del proyecto





**Figura 2:** Croquis del camino

### **1.1.1.2. Vías de acceso**

El acceso a la zona del proyecto, desde la ciudad de Tarapoto, es a través de la Carretera Fernando Belaúnde Terry, (PE -5N) hacia el sur (Tarapoto – Juanjuí), la que a la altura del Km. 816, de ésta vía, es el punto de inicio del proyecto, en la localidad de Sacanche (Empalme PE – 5N), para luego continuar hacia la izquierda pasando por la localidades de Eslabón, Piscoyacu y llegar a la localidad de Saposo, a través de una carretera afirmada y con una longitud de 23.640 km.

### **1.2. Alcances**

El presente Informe de Ingeniería expondrá los criterios, mecanismos, herramientas, procesos, resultados, conclusiones y recomendaciones que deriven del estudio del tramo de carretera mencionado en el título, aplicando el modelo HDM-III.

### **1.3. Limitaciones**

El presente documento se limitará a analizar mediante el modelo HDM III, la mejor alternativa de entre dos propuestas, para el mejoramiento de la infraestructura existente, a partir de los costos en que incurren las obras según su tecnología de construcción,

mantenimiento y otras variables. No abarca de manera profunda, temas de diseño de pavimentos, impacto ambiental u otros estudios, más allá de lo netamente solicitado por el modelo.

#### **1.4. Justificación**

En el presente trabajo se plantea un trabajo relativo a la ingeniería civil, el mismo que demanda conocer el proceso de determinación de las soluciones técnicas más adecuadas, que puedan ser ejecutadas, según la realidad local, para que estas obras, constituyan realmente soluciones económicas y se eviten los posibles obstáculos durante su ejecución y vida útil.

Asimismo, la presentación del trabajo final se justifica porque permite dejar plasmadas nuestras conclusiones y recomendaciones, precisando los criterios utilizados para satisfacer la demanda del proyecto, enfrentando la problemática local y planteando las diversas soluciones. Por tanto, es una propuesta o derrotero que pueden tomar en cuenta quienes nos secundarán.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. Antecedentes teóricos**

Existen antecedentes que serán tomados en cuenta para el desarrollo de este trabajo; así tenemos:

**Quintos, Y.** (2006) evalúa dos alternativas sobre la construcción de la Carretera Tabalosos Pinto Recodo, estas alternativas, se diferencian en el trazo, el primero con 5,406.27 m y la segunda con 5,600.00 m. Después de su evaluación, la alternativa seleccionada es la primera, la misma que comprende la ejecución de la carretera y un plan de capacitación a la población local para el mantenimiento de la vía.

Para la determinación de los índices de rentabilidad, utiliza una hoja Excel, aplicativo dado por el sistema nacional de inversión pública (p.124).

**Ramírez, M.**(1998) plantea dos alternativas para el asfaltado de la Carretera Moyobamba Jepelacio, Ambas alternativas contemplan 13.00 km de largo, 6.00 m de ancho y bermas de 50 cm; diferenciándose en que la primera propone una “carpeta asfáltica en caliente” y la segunda “carpeta asfáltica en frío”, ambas de 5 cm de espesor.

Tras la evaluación social se tuvieron los siguientes índices para cada caso respectivamente:  $VAN=S/.4,620.77$ ,  $TIR=13.43\%$ ,  $B/C=1.20$  y  $VAN=S/.3,501.73$ ,  $TIR=12.77\%$ ,  $B/C=1.14$ . Esto evidencia un las ventajas de la primera opción, por lo que fue elegida.

Asimismo recomienda desarrollar el estudio de factibilidad del proyecto (p.5-87).

**Macedo, C.** (1997), en su tesis sobre la aplicación de la Teoría del Lean Construction, detalla los beneficios de este modelo y su repercusión en las actividades de mantenimiento de carreteras asfaltadas. Es un aporte importante considerando que el HDMIII plantea opciones de mantenimiento de las vías, después de su mejoramiento (p.212).

**Aspajo, J.** (2009) nos dice, La aplicación del modelo HDM III, nos ayuda a definir la alternativa más viable y factible de 05 estrategias que el software solicita, realizando una simulación en base a las características del suelo, tipo de pavimento, volumen y tipología del tráfico, características de la vía, así como los costos de la obra y del mantenimiento; todo ello permite la simulación (p.162).

## **2.2. Objetivos**

### **2.2.1. Objetivo General**

Aplicar el modelo HDM III en la evaluación económica del proyecto de mejoramiento de la carretera departamental SM-103, tramo “Sacanche – El Eslabón – Piscoyacu – Saposoa”, utilizando el modelo HDM-III.

### **2.2.2. Objetivos específicos**

Ingresar adecuadamente los datos requeridos por el modelo.

Procesar los datos en el sistema HDM III e interpretar los resultados.

Dar recomendaciones para el uso del modelo HDM III.

Contrastar el mantenimiento actual con respecto a la política de mantenimiento de la estrategia ganadora según el estudio de factibilidad del proyecto.

## **2.3. Marco teórico**

### **2.3.1. Marco teórico**

El análisis de inversiones en carreteras requiere determinar los costos y beneficios en el ciclo de vida del camino para lo cual es necesario modelar el comportamiento del pavimento tomando en cuenta la relación existente entre la calidad de rodadura y los costos de los usuarios, los costos de conservación, construcción, y el valor residual de la vía. Los modelos HDM permiten realizar lo anterior y se han utilizado ampliamente en diversos países. Estos han sido fundamentales para justificar los cada vez mayores presupuestos de inversión, conservación y rehabilitación de carreteras en muchos de ellos. Los modelos se han utilizado para investigar la viabilidad económica de proyectos en más de cien países y para optimizar los beneficios económicos de usuarios de carreteras bajo diferentes niveles de gastos.

**Pradena, M; Posada, J.** (2005), En particular el Modelo de Estándares de Conservación y Diseño de Carreteras (Highway Design and Maintenance Standards Model) HDM-III, desarrollado por el Banco Mundial, se viene usando desde hace más de dos décadas para combinar la evaluación técnica y económica de proyectos, preparar programas de inversión y analizar estrategias de redes de carreteras (p.37).

**Posada, H; John, J.** (2007), El HDM III, permite identificar el estado de una carretera o tramo de ella, al estar sometida a una determinada utilización, según las condiciones

prevalecientes y esperadas de la misma en cuanto a geometría, tráfico vehicular, ambiente, etc., lográndose con esto la evaluación de tipo técnico; simultáneamente, se puede considerar el aspecto económico al tener presente los costos del tiempo de los usuarios y los insumos para el parque automotor, y los de las actividades de construcción y mantenimiento de la carretera (p.01).

**Hanser, L; José, Á.** (2008), Este sistema parte de una base de registros o inventarios referentes a las características importantes del estado físico actual de los distintos componentes de la red de carreteras, así como de sus solicitudes a futuro (expectativas de tránsito). La importancia en estos modelos de gestión, radica, en que son una herramienta poderosa para la toma de decisiones a las posibles alternativas de inversión sobre los proyectos de carreteras gestionados (p.11).

**Pradena, M; Posada, J.** (2007), Los beneficios económicos de las inversiones en carreteras se determinan luego comparando los flujos totales de costos para las distintas alternativas de construcción y mantenimiento con una situación base o sin proyecto que normalmente representa el estándar mínimo de conservación rutinario. La bondad de los proyectos se determina por medio de indicadores económicos, en particular del cálculo del (VAN) valor actual neto y la (TIR) tasa interna de retorno (p.38).

#### a) Descripción del HDM III

**Pradena, M; Posada, J.** (2007), El modelo HDM-III es una herramienta de apoyo a la gestión de carreteras y caminos que permite a través de un software, la evaluación de alternativas relacionadas con la inversión en proyectos de carreteras y caminos; evaluación que puede ser técnica y/o económica.

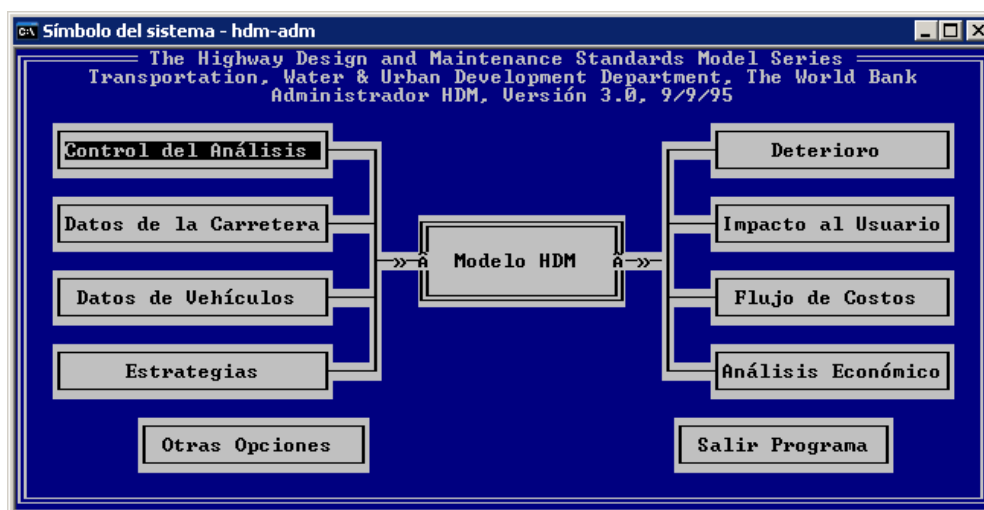
No es un modelo de optimización en el sentido de que no es capaz de encontrar la solución óptima absoluta del problema sino que realiza los cálculos correspondientes a cada alternativa y suministra los indicadores para que el usuario ordene las alternativas y posteriormente seleccione las que de acuerdo con su objetivo considere óptima (p.38).

**Pradena, Mauricio; Posada, J.** (2007), El análisis de programa consiste básicamente en jerarquizar una lista de proyectos candidatos de acuerdo con su nivel de rentabilidad y efecto en el estado de la vía, a fin de obtener un programa de obras de uno o más años bajo restricciones presupuestarias definidas.



Sin hacer consideraciones todavía del valor en el tiempo, se puede decir que para el momento en que ocurren, la diferencia representa el beneficio neto de la alternativa con respecto a la situación actual. El usuario debe definir una alternativa base o “sin proyecto”, contra la cual se compararán las otras posibles alternativas de inversión.

En este sentido el resultado de la comparación de cada alternativa nos indica el beneficio neto de implantar esa alternativa con respecto a continuar con la alternativa “base”. Bajo estas condiciones, la alternativa “óptima” es la que produce el mayor beneficio entre todas las alternativas comparadas (p.39).



*Figura 3.* Entorno del hdm III. (Fuente: Highway Development and Management System).

#### b) Objetivos del Desarrollo del HDM III

**Presupuesto de los proyectos:** Obtención de presupuestos para la conservación, rehabilitación, mejora y nueva construcción, a través del análisis del ciclo de vida, de una propuesta de inversión en carreteras.

**Programación de trabajos:** Preparación de programas de conservación y desarrollo de red de carreteras para varios años, que faciliten la preparación de presupuestos a mediano plazo.

**Planeación Estratégica:** Desarrollo de políticas, planes de distribución de un conjunto de Módulos con la capacidad de cubrir un amplio espectro de datos y de niveles de destreza.

**Pradena, M; Posada, J.** (2007), Es necesario considerar que el modelo HDM-III no realiza ni verifica diseños de pavimentos, correcta construcción de camino, calidad de los materiales, ni la correcta ejecución de las acciones de conservación. Consecuentemente el modelo asume que tanto los diseños de pavimentos, la construcción, los materiales, como

las acciones que se apliquen en determinadas condiciones son técnicamente factibles y se realizan correctamente (p.40).

### c) Marco Analítico del HDM III

El Marco Analítico del HDM III se basa en el ciclo de vida de la capa de rodadura, (losas de concreto, carpetas Asfálticas o Tratamientos Superficiales), y se aplican para predecir lo siguiente en el funcionamiento del mismo:

Efectos de las obras de reparación Efectos para los usuarios de la carretera Efectos socioeconómicos y medioambientales.

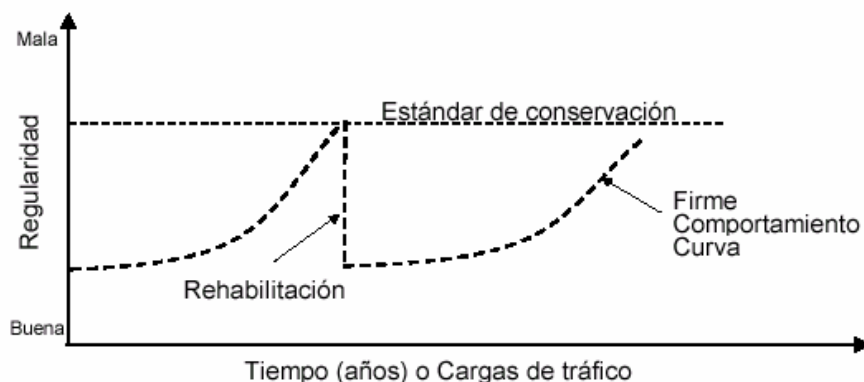
Una vez construidos los pavimentos, las carreteras se deterioran generalmente por los siguientes factores: Cargas del tránsito. Factores medioambientales. Efectos de sistemas de drenaje inadecuados.

La tasa de deterioro del pavimento está directamente afectada por los estándares de conservación aplicados para reparar defectos en la superficie de rodamiento, como grietas, desprendimiento de agregados, baches, etc., o para conservar la integridad estructural del pavimento (tratamientos superficiales, refuerzos, etc.), permitiendo así que la carretera soporte el tráfico para el que ha sido diseñada. Las condiciones generales del pavimento a largo plazo dependen de los estándares de conservación o mejora aplicados a la carretera.

En el gráfico N° 05 se pueden ver las tendencias previstas en rendimiento de pavimentos representadas por el índice internacional de irregularidad (IRI por sus siglas en inglés).

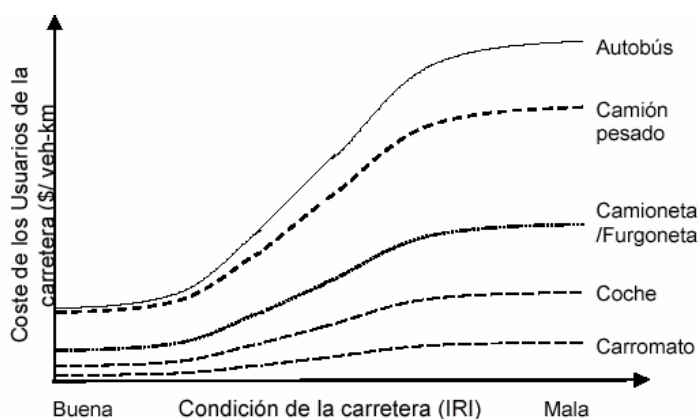
**Pradena, Mauricio; Posada, J.** (2007), El IRI es el parámetro más influyente en la evaluación que realizan los usuarios de un camino. La correlación entre el IRI y los costos de operación vehicular representa una de las premisas más importantes en las que se fundamenta la metodología de análisis de HDM en general y del HDM-4 en particular (p.41).

De acuerdo a esto el modelo es capaz de predecir las cargas de tráfico, los efectos de las obras de mantenimiento, el deterioro del pavimento, los efectos para usuarios del camino, y los efectos socioeconómicos y medioambientales.



**Figura 4.** Concepto del análisis del ciclo de vida en el hdm iii. (Fuente: Pradena Miquel, Mauricio; Posada Henao, John).

Los costos para el usuario son básicamente de tres tipos: Costos de operación del vehículo, costos del tiempo de viaje y costos por accidentes.



**Figura 5.** Efecto del estado de la carretera en los costos de operación del vehículo. (Fuente: Pradena Miquel, Mauricio; Posada Henao, John).

**Pradena, M; Posada, J.** (2007), Los beneficios económicos de las inversiones en carreteras se determinan luego comparando los flujos totales de costos para las distintas alternativas de construcción y mantenimiento con una situación base o sin proyecto que normalmente representa el estándar mínimo de conservación rutinario (p.39).

#### d) Funcionamiento del HDM III

El proceso para trabajar con el HDM III es básicamente el mismo al inicio, para los tres módulos que contiene. Se debe dividir la red carretera o la carretera por analizar en tramos y sub tramos, que reunirán diferentes condiciones. Las divisiones se realizan por el analista, de acuerdo a su criterio, y ya definidos los tramos, se pasa a vaciar la información correspondiente. El vaciado de la información está ordenado en las siguientes fases:

**Características de la carpeta de rodadura:** Se reúnen características específicas de la constitución física tales como IRI, condiciones de clima, características geométricas, especificaciones estructurales, tipo de carpeta etc. El programa contiene diferentes opciones de clima, de trazo, vida del pavimento, etc., pero se le puede ingresar una base de datos por parte del usuario.

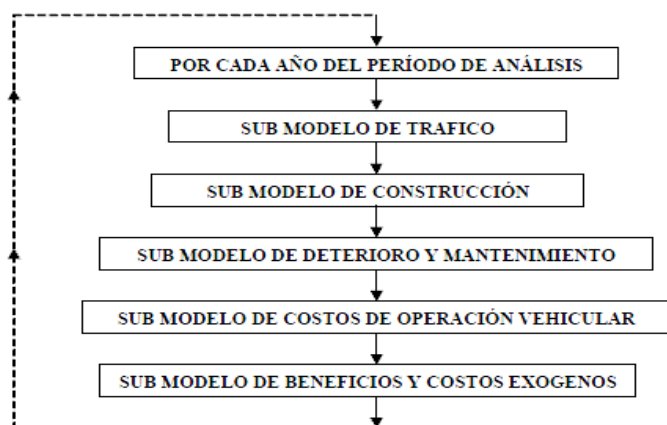
**Condiciones de tránsito:** Trata de las condiciones específicas del tránsito vehicular tales como promedio de vehículos por día, factores de daño, tipos de vehículos, tasa de crecimiento, costos unitarios de insumos, etc. El programa contiene valores pre-establecidos, sin embargo, éstos se pueden cambiar por el usuario al ingresar una base de datos que se tenga.

**Estándares de conservación:** Lo siguiente es formular los estándares de conservación que se van a desarrollar. Cada estándar de conservación está compuesto por diferentes tareas de conservación, como pueden ser: Riego de sello, estabilización de base, etc. Los estándares pueden tener las combinaciones necesarias de tareas que el usuario considere, pero las diferentes tareas corresponden a información que el programa tiene ya predeterminada, considerando las acciones más comunes. La variación entonces entre cada estándar consiste en el orden de las tareas o en las diferentes combinaciones que se pueden dar. Aquí también se incluyen los costos unitarios de las obras de conservación.

Cada grupo de estándares de conservación aplicado a los subtramos correspondientes, conforman una alternativa de conservación. Se pueden generar las alternativas necesarias, dependiendo de los requerimientos, se puede evaluar un tramo de carretera con las mismas características, simplemente variando un dato que puede ser considerar mantenimiento preventivo o rutinario, o cambiando el tipo de material de la carpeta.

### e) Fases de Simulación del HDM III

La secuencia de las fases de simulación se muestra en el Gráfico N° 08, para cada año del período de análisis. Cada sub modelo se desarrolla en sucesión para cada camino enlazado con varias alternativas de programas de construcción y políticas de mantenimiento que pueden ser específicos.



**Figura 6.** Fases de las simulaciones. (Fuente: Pradena Miquel, Mauricio; Posada Henao, John).

**Sub Modelo de Tráfico.-** Calcula el tráfico del año para cada tramo, toma datos y calcula el flujo por tipo de vehículo en cada año y cada tramo de una red. El tráfico normal se incrementa por el tráfico generado, para ello el usuario puede indicar el tiempo estimado de flujo de cada tipo de vehículo y considerar los volúmenes de flujo que toman este efecto en algunos años y permanecer constante en un período dado, con un volumen inicial y una tasa de crecimiento fijo o una proporción del volumen actual por cada año. Una opción para el tráfico generado es definir una tasa fija para el tráfico normal en el mismo año.

**Sub Modelo de Construcción.-** Inicia la construcción la carretera en base al tráfico del año calendario, calcula el costo para la construcción y las características de cambio en la vía. Se debe detallar un programa básico de proyectos en construcción así como muchas alternativas de construcción de manera que un proyecto pueda ser programado en un año específico o pueda iniciarse para el volumen de tráfico alcanzando en un nivel específico. La duración de cada proyecto es definido cada cinco años, pudiendo la construcción incluir obras de arte, ensanchamiento y el perfeccionamiento del pavimento de una carretera.

**Sub Modelo de Deterioro y Mantenimiento.-** Predice el deterioro de la carretera y cuantifica los costos de los trabajos de mantenimiento, en términos de la condición del pavimento

existente, estándares de mantenimiento, cargas de tráfico y condiciones ambientales. Este modelo es la clave para analizar los efectos de diseño y políticas de mantenimiento para las condiciones de la carretera conjuntamente con el costo de operación vehicular como un componente del costo total. El modelo predice cada año el deterioro de la superficie a causa del tráfico, clima y las proyecciones en cada política de mantenimiento pre establecido; calcula las cantidades que cubren el trabajo de mantenimiento y aplica los costos unitarios para determinar el costo total de mantenimiento en cada año. Los efectos físicos de deterioro y mantenimiento son simulados en bases a relaciones empíricas.

**Sub Modelo de Costos de Operación Vehicular.**- Predice los costos de operación en términos de la geometría y condiciones de tipo de superficie. Procesa los costos de financiamiento de los usuarios de la vía, por cada año. Las cantidades de recursos consumidos y tiempos perdidos por el tránsito, son calculados y luego multiplicados por los costos unitarios para obtener costos de operación vehicular y costos de tiempo de viaje. Los vehículos y recursos consumidos (combustible, llantas, mantenimiento del vehículo, etc.) son relacionados con el volumen y composición de tráfico, al tipo de superficie y características geométricas de la sección del camino.

**Sub Modelo de Beneficios y Costos Exógenos.**- Asigna en cada año costos y beneficios exógenos y estos pueden incorporarse en el modelo cuantificando los beneficios por ahorros en la reducción de accidentes, riesgos y emergencias; ahorros de pérdidas en el transporte de productos perecibles entre otros, así como la implementación de beneficios por el desarrollo de área involucrada en el estudio cuantificados como excedencias de producción.

En cuanto a costos se puede incorporar también los costos anuales que incurrirá el gobierno a fin de cubrir actividades eventuales en la carretera como (accidentes, fenómenos ambientales y otros) que en suma son actividades externas al modelo y que permiten una evaluación económica más objetiva.

### **2.3.2. Marco conceptual**

#### **2.3.2.1.SNIP**

**Ríos, H.** (2009), Es un sistema administrativo del Estado que certifica la calidad de los proyectos de inversión pública (p.84).

### **2.3.2.2.Creación del SNIP**

Mediante la ley n° 27293, el 28 de junio de 2000. Su última actualización a la fecha es mediante Decreto Legislativo del 21 de junio de 2008.

### **2.3.2.3.Objetivos del SNIP**

Propiciar la aplicación del Ciclo del Proyecto de Inversión Pública.

Fortalecer la capacidad de planeación del sector público.

Crear las condiciones para la elaboración de Planes de Inversión pública por períodos multianuales no menores de tres años.

### **2.3.2.4.Dirección general de programación multianual del sector público**

Es un órgano de línea del Viceministerio de Economía que, entre otros, tiene a su cargo la rectoría del Sistema Nacional de Inversión Pública (SNIP) cuyo objetivo es optimizar el uso de los recursos públicos destinados a inversión, promoviendo el desarrollo de una “cultura de proyectos”

### **2.3.2.5.Aplicación de las normas del sistema nacional de inversión pública**

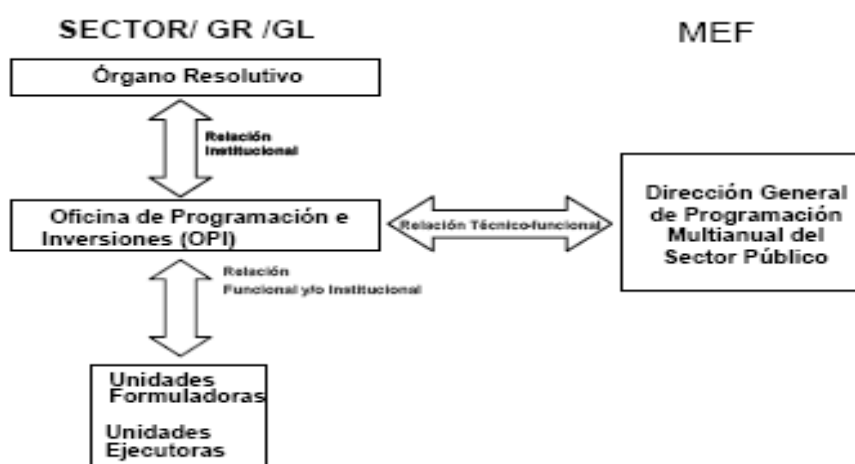
**Ministerio de Economía y Finanzas.** (2011), Todas las Entidades sujetas a las disposiciones del Sistema Nacional de Inversión Pública están en obligación de aplicar las normas contenidas en la Ley N° 27293, Ley del Sistema Nacional de Inversión Pública y sus modificatorias, (Ley); el Reglamento del Sistema Nacional de Inversión Pública, aprobado Decreto Supremo N° 102-2007-EF, (Reglamento); la presente Directiva y las que al amparo de la Ley y el Reglamento dicten el Ministerio de Economía y Finanzas y la Dirección General de Programación Multianual del Sector Público del Ministerio de Economía y Finanzas (DGPM). aplicación de las normas del Sistema Nacional de Inversión Pública alcanza, inclusive, a los proyectos formulados, financiados y/o ejecutados por terceros, con sus propios recursos (p.04).

### **2.3.2.6.Organización del sistema nacional de inversión pública**

**Ministerio de Economía y Finanzas.** (2011), Conforman el Sistema Nacional de Inversión Pública (SNIP) el Ministerio de Economía y Finanzas (MEF) a través de la DGPM, así como los Órganos Resolutivos, las Oficinas de Programación e Inversiones de todos los

Sectores del Gobierno Nacional (OPI-GN), de los Gobiernos Regionales (OPI-GR) y Gobiernos Locales (OPI-GL), o el que haga sus veces en aplicación del numeral 11.4 del artículo 11° de la Ley, así como las Unidades Formuladoras (UF) y las Unidades Ejecutoras (UE) de cada Entidad (p.06).

La DGPM mantiene relación técnico-funcional directa con la OPI o el que haga sus veces en aplicación del numeral 11.4 del artículo 11° de la Ley, y a través de ella con la UF y la UE. Determina en última instancia, en caso de discrepancia entre OPI y/o UF, la metodología, estudios adicionales y parámetros de formulación y evaluación de un proyecto



**Figura 7.** Fases de la simulación de las simulaciones. (Fuente: Pradena Miquel, Mauricio; Posada Henao, John).

### 2.3.2.7. Proyecto de inversión pública (PIP)

Un Proyecto de Inversión Pública constituye una intervención limitada en el tiempo que utiliza total o parcialmente recursos públicos, con el fin de crear, ampliar, mejorar o recuperar la capacidad productora o de provisión de bienes o servicios de una Entidad; cuyos beneficios se generen durante la vida útil del proyecto y éstos sean independientes de los de otros proyectos. Asimismo, debe tenerse en cuenta lo siguiente:

El PIP debe constituir la solución a un problema vinculado a la finalidad de una Entidad y a sus competencias. Su ejecución puede hacerse en más de un ejercicio presupuestal, conforme al cronograma de ejecución de los estudios de preinversión.



No son Proyectos de Inversión Pública las intervenciones que constituyen gastos de operación y mantenimiento. Asimismo, tampoco constituye Proyecto de Inversión Pública aquella reposición de activos que: (i) se realice en el marco de las inversiones programadas de un proyecto declarado viable; (ii) esté asociada a la operatividad de las instalaciones físicas para el funcionamiento de la estructura construida sobre la subrasante, para los siguientes fines.

#### **2.3.2.8. Evaluación de los estudios de preinversión**

**Ministerio de Economía y Finanzas.** (2011), La evaluación del proyecto debe considerar el análisis de los aspectos técnicos, metodológicos y parámetros utilizados en el estudio, adicionalmente se tomarán en cuenta los aspectos legales e institucionales relacionados a la formulación y ejecución del proyecto, así como la programación multianual de inversión pública del Sector, Gobierno Regional o Local, según corresponda, a efectos de evaluar la probabilidad y período de ejecución del PIP. (p.12)

#### **2.3.2.9. Valor actual neto**

**Ministerio de Economía y Finanzas.** (2011), Los proyectos de inversión, tanto públicos como privados, se formulan teniendo en consideración que la evaluación de su pertinencia se hará en el marco del análisis costo-beneficio con el Valor actual neto (van) como criterio de decisión principal. de acuerdo con este criterio: «una inversión es rentable sólo si el valor actual del flujo de ingresos es mayor que el valor actual del flujo de costos, cuando éstos se actualizan haciendo uso de la tasa de interés pertinente para el inversionista (p.16).

Expresado en términos matemáticos, el van viene dado por la siguiente fórmula:

$$VAN = -I + \sum_t \frac{B_t - C_t}{(1 + i)^t}$$

**Fuente:** MEF - SNIP

En donde I es la inversión inicial que se realiza en la fase cero y B<sub>t</sub> y C<sub>t</sub> son, respectivamente, los beneficios y los costos asociados a la ejecución del proyecto en el periodo t. La variable i representa la tasa de interés relevante a la que se descuenta el

proyecto. Si el van  $\geq 0$ , los beneficios del proyecto son iguales o mayores a sus costos y, por lo tanto, se recomienda realizar el proyecto.

#### 2.1.1.1 Tasa interna de retorno

#### 2.1.1.2

**Torres, L.** (1990) Mide el rendimiento de los fondos invertidos considerando el beneficio implícito del flujo de beneficios y costos (p.38).

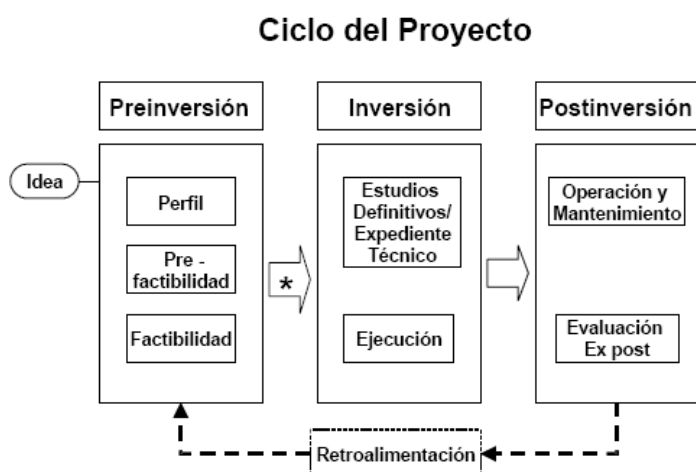
Se determina a partir del VAN, igualando la fórmula a cero (0), donde la TIR estaría reemplazando a la variable “i”.

#### 2.1.1.3 Ratio beneficio costo

Resulta del cociente entre los beneficios y costos actualizados.

#### 2.1.1.4 Ciclo de un proyecto de inversión pública

**Ministerio de Economía y Finanzas.** (2011), La declaratoria de viabilidad es un requisito obligatorio para pasar de la fase de pre inversión, a la fase de inversión (03).



**Figura 8.** Ciclo del proyecto. (Fuente: Directiva general – SNIP).

#### 2.1.1.5 Fase de preinversión

**Ministerio de Economía y Finanzas.** (2011), La Fase de Preinversión tiene como objeto evaluar la conveniencia de realizar un PIP en particular. En esta fase se realiza la evaluación ex ante del proyecto, destinada a determinar la pertinencia, rentabilidad social y sostenibilidad del PIP, criterios que sustentan la declaración de viabilidad (p.11).

#### **2.1.1.6 Fase de inversión.**

**Ministerio de Economía y Finanzas.** (2011), La fase de inversión comprende la elaboración del Estudio Definitivo, Expediente Técnico u otro documento equivalente, y la ejecución del PIP. Las disposiciones establecidas en la presente Directiva para los estudios definitivos o expedientes técnicos también son de aplicación a los términos de referencia, especificaciones técnicas u otro documento equivalente que se requiera para la ejecución del PIP, conforme al marco legal vigente (p.24).

#### **2.1.1.7 Fase de post inversión.**

**Ministerio de Economía y Finanzas.** (2011), Un PIP se encuentra en la Fase de Postinversión una vez que ha culminado totalmente la ejecución del PIP (p.28).

La Fase de Postinversión comprende la operación y mantenimiento del PIP ejecutado, así como la evaluación ex post.

La evaluación ex post es el proceso para determinar sistemática y objetivamente la eficiencia, eficacia e impacto de todas las acciones desarrolladas para alcanzar los objetivos planteados en el PIP.

### **2.4. Propuesta**

Mediante el desarrollo del presente informe se propone:

Aplicar el sistema HDM III, ingresando los datos solicitados referidos a:

Características de la carpeta de rodadura

Condiciones de tránsito

Estándares de conservación

Asimismo se plantea:

Interpretar los resultados de la aplicación del análisis de estrategias

Determinar la consistencia de los resultados obtenidos

Contrastar los resultados con el estado actual de la vía

# **CAPÍTULO III**

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

### **2.5. Materiales**

#### **2.5.1. Recursos humanos**

01 Bachiller

01 Asesor

02 Personas de apoyo

#### **2.5.2. Materiales**

Softwares comunes (Windows, Word, Excel, Autocad)

Software especial (HDM III)

Útiles de oficina

Textos de la especialidad

#### **2.5.3. Equipos**

Computadora

Impresora

Cámara fotográfica

Wincha de mano

#### **2.5.4. Otros recursos**

Vehículos

Combustible

Fotocopias

### **2.6. Métodos**

El método utilizado para el desarrollo del presente informe, tiene carácter descriptivo y comparativo, puesto que se describe el procedimiento aplicado para la evaluación del proyecto y se compara con los resultados de la situación actual.

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 2.7. Evaluación económica del proyecto

##### 2.7.1. Proyecto alternativo seleccionado a nivel de factibilidad

Rehabilitación y Mejoramiento de la Carretera Departamental SM-103: Empalme PE-5N (Sacanche) – El Eslabón – Piscoyacu – Saposoa de 23.640 Km de longitud, con un ancho de calzada 6.60 m. a nivel de asfalto en caliente, con un espesor  $e = 5\text{cm}$ ”, con las respectivas obras arte y drenaje.

##### 2.7.2. Costos de inversión del proyecto

A nivel de Factibilidad, se determinaron los siguientes costos de inversión para ambas alternativas del proyecto.

**Tabla 1**

*Costos de inversión del proyecto.*

ALTERNATIVA	PRECIOS DE MERCADO (S/.)	PRECIOS SOCIALES (S/.)
ALTERNATIVA SELECCIONADA	57'759,804.12	45'630,245.27

Fuente: Estudio de factibilidad.

A continuación se muestran los costos de inversión a precios sociales, determinados para cada alternativa, según los anexos del perfil del proyecto.

##### 2.7.3. Pasos en el ingreso de datos al HDM III

###### Paso 1: Ingreso de Datos “Control de Analisis”

Nombre del proyecto

Fecha de evaluación

Tasa de descuento en %

Periodo de análisis en años, (20 años)

Año calendario del año inicial

Nombre de la moneda de entrada

Nombre de la moneda de salida

Multiplicador de conversión de la moneda (Q. por US \$)

## Tabla 2

*Datos de control de análisis.*

CONTROL DEL ANALISIS			
=====			
Descripción	MEJORAMIENTO SACANCHE-SAPOSOA		
Fecha de la Corrida	Día 26	Mes 10	Año 09
Tasa de Descuento (%)	11.0		
Período de Análisis (Años)	20		
Año Calendario del Año Inicial	2010		
Nombre de Moneda de Entrada	Dollars		
Nombre de Moneda de Salida	Dollars		
Multiplicador de Conversión de Moneda	1.0000000		

Fuente: Procesamiento HDM III.

## Paso 2: Ingreso de “Datos de la Carretera”

### Tipo de Superficie de Rodadura

Clase de carretera (P-Pavimentada/U-Sin pavimentar)

### Geométrica

Longitud (Km)

Ancho de Calzada (m)

Ancho u hombro/Arc, n (m)

Número efectivo de carriles

Subida más bajada (m/km)

Curvatura (grados/km)

Peralte (%)

**Medio Ambiente**

Altitud (m)

Precipitación (m/mes)

**Estado**

Espesor de la Grava (mm)

Edad de la grava (años)

Rugosidad (IRI)

Código de compactación (1-mecánica, 0-no mecánica)

**Superficie**

Rugosidad mínima (IRI)

Rugosidad máxima (IRI)

Tamaño Partícula Máxima (mm)

Índice de plasticidad (%)

Material que pasa Tamiz de 2.000 mm (%)

Material que pasa Tamiz de 0.425 mm (%)

Material que pasa Tamiz de 0.075 mm (%)

**Base Sub/Rasante**

Rugosidad mínima (IRI)

Rugosidad máxima (IRI)

Tamaño Partícula Máxima (mm)

Índice de plasticidad (%)

Material que pasa Tamiz de 2.000 mm (%)

Material que pasa Tamiz de 0.425 mm (%)

Material que pasa Tamiz de 0.075 mm (%)

**Tabla 3***Datos de control de análisis.*

Descripción					MEJORAMIENTO SACANCHE-SAPOSOA		
Clase de Carretera (P-Pavimentada/U-Sin Pavimentar)					U		
GEOMETRIA							
Longitud (km)	25.6	Ancho de la Calzada (m)		4.5			
Ancho un Hombro/Arcén (m)	0.0	Número Efectivo de Carriles		.			
Subida mas Bajada (m/km)	59.6	Curvatura (grados/km)		235.6			
Peralte (%)	0.0						
MEDIO AMBIENTE							
Altitud (m)	310	Precipitación (m/mes)		0.1250			
ESTADO							
Espesor de la Grava (mm)	50.0	Edad de la Grava (años)		2			
Rugosidad (IRI)	14.0						
Código Compactación (1-mecánica, 0-no mecánica)							
SUPERFICIE							
Rugosidad Mínima (IRI)	.	Rugosidad Máxima (IRI)		.			
Tamaño Partícula Máxima (mm)	20.0	Indice de Plasticidad (%)		7.0			
Material que Pasa Tamiz de 2.000 mm (%)	39.9						
Material que Pasa Tamiz de 0.425 mm (%)	34.9						
Material que Pasa Tamiz de 0.075 mm (%)	12.4						
BASE/SUBRASANTE							
Rugosidad Mínima (IRI)	.	Rugosidad Máxima (IRI)		.			
Tamaño Partícula Máxima (mm)	50.0	Indice de Plasticidad (%)		25.7			
Material que Pasa Tamiz de 2.000 mm (%)	31.0						
Material que Pasa Tamiz de 0.425 mm (%)	19.0						
Material que Pasa Tamiz de 0.075 mm (%)	11.0						
TRAFICO							
	Auto Pick-up		Bus	Camión Ligero	Camión Medio	Camión Pesado	Camión Articulado
Tráfico Medio Diario	159	113	6	48	18	4	0
Crecimiento Anual (%)	2.0	2.0	2.0	4.0	4.0	4.0	4.0
Cambiar Crecimiento Anual en Año					2009		
Nuevo Crecimiento Anual	2.2	2.2	2.2	4.2	4.2	4.2	4.2
CONGESTION							
Incluir Congestión (Y-Si/N-No)	N						
Tipo de Carretera	Two Lane						
Uso de la Carretera	Uniform						
Fricción Lateral en la Carretera	1.00						

Fuente: Procesamiento HDM III.

**Paso 3: Ingreso de “Datos de Vehículos”****Trafico**

IMDa

**Características Físicas**

Peso

Número de ejes equivalentes

Número de ejes



Número de neumáticos

Número de pasajeros

### **Utilización**

Vida útil

Horas conducidas año

Km conducidos años

Código de utilización

Tasa de interés anual

### **Costos Económicos Unitarios**

Vehículo nuevo (M)

Neumático nuevo (M)

Mano de obra (M/hr)

Tripulación

(M/trio-kv/hora)

Tiempo pasajero (M/pa- hr)

Tiempo de carga (M/veh-hr)

### **Precios De Combustibles Económicos**

Precio gasolina (M/litro)

Precio diesel (M/litro)

Precio lubricantes (M/litro)

### **Costos Unitarios De Operación**

Descripción

Operación

Perfilado (moneda por Kmm de camino perfilado)

Bacheo de grava localizado (Moneda por m3)

Reposición de grava (Moneda por m3)

Mantenimiento de rutina No Pav (Moneda por km por año)

Bacheo (Moneda por m2)

Sello (Moneda por m2)

Refuerzo (Moneda por m2)

Reconstrucción (Moneda por m2)

Mantenimiento de rutina No Pav (Moneda por km por año)

Construcción (Miles de moneda por Km)

**Tabla 4**

*Datos de vehículos parte 1.*

PARAMETROS DE VEHICULO REQUERIDOS

=====

Descripción      vehiculos tipicos del Peru

CARACTERISTICAS BASICAS	Auto	Pick-up	Bus	Camión Ligero	Camión Medio	Camión Pesado	Camión Artic.
Peso Bruto Vehicular (t)	1.368	2.180	13.625	6.856	15.400	23.053	38.350
N. Ejes Equivalentes(E4)	0.000	0.000	3.400	3.400	3.400	3.400	3.400
Número de Ejes	2	2	2	2	2	3	5
Número de Neumáticos	4	4	6	6	6	10	18
Número de Pasajeros	4.00	14.00	54.00	1.00	1.00	1.00	1.00

UTILIZACION DEL VEHICULO

Vida útil (años)	10.0	8.0	10.0	8.0	10.0	10.0	10.0
Horas Conducidas por Año	480	960	2496	1440	2400	2400	2400
KM Conducidos por Año	25000	40000	120000	60000	90000	100000	100000
Código de Depreciación	2	2	2	2	2	2	2
Código de utilización	1	3	3	3	3	3	3
Tasa de Interés Anual(%)	14.00	14.00	14.00	14.00	14.00	14.00	14.00

COSTOS ECONOMICOS UNITARIOS

Vehículo Nuevo (M)	12006	18561	89700	69000	86250	103500	120750
Neumático Nuevo (M)	38.6	66.9	310.3	125.0	310.3	391.0	391.0
Mano de Obra Mant.(M/hr)	2.24	2.24	2.59	2.59	2.59	2.59	2.59
Tripulación (M/trip-hr)	0.78	0.86	3.10	1.90	2.41	2.59	2.59
Tiempo Pasajero(M/pa-hr)	1.85	1.32	1.32	0.73	0.73	0.73	0.73
Tiempo Carga (M/veh-hr)	0.00	0.12	0.12	0.09	0.09	0.09	0.09

Precio Gasolina (M/lt)      0.51  
 Precio Diesel (M/lt)      0.54  
 Precio Lubricantes (M/lt)      3.64

Nota: M es la moneda de entrada definida en el control del Análisis

**Tabla 5***Datos de vehículos parte 2.*

PARAMETROS DE VEHICULOS OPCIONALES							
=====							
Descripción	vehiculos tipicos del Peru						
PARAMETROS DE VEHICULOS	Auto	Pickup	Bus	Camión Liviano	Camión Medio	Camión Pesado	Camión Artic.
Carga Util (Tons)	0.32	0.62	4.13	3.84	7.00	12.05	24.50
Coeficiente Aerodinámico	.	.	.	.	.	.	.
Area Frontal Proyectada	.	.	.	.	.	.	.
Potencia Operación (M.HP)	.	.	.	.	.	.	.
Potencia Freno (M.HP)	.	.	.	.	.	.	.
Vel Deseada, Pavim. (km/h)	100.00	90.00	90.00	80.00	70.00	60.00	60.00
Vel Deseada, No Pa. (km/h)	80.00	70.00	70.00	60.00	50.00	45.00	45.00
Eficiencia Energética	0.85	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.80
Razón Utilización Horaria	.	.	.	.	.	.	.
Vel Calibrada Motor (rpm)	.	.	.	.	.	.	.
Parámetro Forma weibull	.	.	.	.	.	.	.
Vel Max Rectific. (mm/s)	.	.	.	.	.	.	.
Parámetro del Ancho	.	.	.	.	.	.	.
Ajuste del Combustible	.	.	.	.	.	.	.
FRATIO0 (Pavimentado)	.	.	.	.	.	.	.
FRATIO0 (No Pavimentado)	.	.	.	.	.	.	.
FRATIO1 (Pavimentado)	.	.	.	.	.	.	.
FRATIO1 (No Pavimentado)	.	.	.	.	.	.	.
Razón Recauchut./nueva(%)	.	.	.	.	.	.	.
Vol. Gastable Caucho(dm3)	.	.	.	.	.	.	.
Número Base de Recauchut.	.	.	.	.	.	.	.
Neumáticos, C0TC	.	.	.	.	.	.	.
Neumáticos, CTCTE	.	.	.	.	.	.	.
Repuestos, C0SP	.	.	.	.	.	.	.
Repuestos, CSPQI	.	.	.	.	.	.	.
Repuestos, QI0SP	.	.	.	.	.	.	.
Mano de Obra, COLH	.	.	.	.	.	.	.
Mano de Obra, CLHPC	.	.	.	.	.	.	.
Mano de Obra, CLHQI	.	.	.	.	.	.	.

Fuente: Procesamiento HDM III.

Para definir las estrategias se requiere del llenado de estos datos

**Tabla 6***Datos de vehículos.*

COSTOS UNITARIOS DE OPERACIONES		
=====		
Descripción	COSTOS DE OPERACION	
Operación	Costos Financieros	Costos Economicos
Perfilado (Moneda por km de camino perfilado)	1689.8	1267.4
Bacheo de Grava Localizado (Moneda por m3)	19.82	14.87
Reposición de Grava (Moneda por m3)	18.32	13.74
Mantenimiento de Rutina No Pav (Moneda por km por año)	3498	2623
Bacheo (Moneda por m2)	3.48	2.61
Sello (Moneda por m2)	0.72	0.54
Refuerzo (Moneda por m2)	3.62	2.72
Reconstrucción (Moneda por m2)	36.00	30.00
Mantenimiento de Rutina Pavim. (Moneda por km por año)	2448	1836
Construcción (Miles de moneda por km)	468.9	370.5
Nota: La moneda de entrada es definida en el Control del Análisis		

Fuente: Procesamiento HDM III.

#### Paso 4: Definición De “Estrategias”

Las estrategias se plantean de acuerdo con el propósito del proyecto, siempre se considera la condición existente, y se tienen que contemplar 5 estrategias, entre las cuales, debe contemplarse a las alternativas del proyecto de inversión.

Primera Estrategia: base optimizada

Segunda Estrategia: mejoramiento en afirmado

Tercera Estrategia: mejoramiento afirmado mejorado

Cuarta Estrategia: mejoramiento en tsb

Quinta Estrategia: mejoramiento en cac 5 cm

#### Política 1 (Man Base Afirmado SM-103 SAPOSOA)

Está referida a la Alternativa Base del análisis. Representa la situación Sin Proyecto, considerando únicamente algunas actividades para optimizar el estado existente. Esta política permite comparar los beneficios del proyecto frente a la situación sin proyecto.

**Tabla 7**

*Política de mantenimiento - estrategia 1*

#### OLITICA DE MANTENIMIENTO NO PAVIMENTADA

descripción	MAN BASE AFIRMADO SM-103 SAPOSOA	
Y-Si/N-No		
Y	MANTENIMIENTO DE RUTINA	
	Características: Factor de costo	1.00
Y	PERFILADO (S-Programada o R-Respuesta a la condición)	S
	Programada: Intervalo entre perfilados (días)	180
	Respuesta: Tráfico entre perfilados (vehículos)	0
	Intervalo mínimo aplicable (días)	
	Intervalo máximo aplicable (días)	
	Características: Factor de costo	1.00
Y	BACHEO LOCALIZADO (S-Programado o R-Respuesta a la condición)	R
	Programado: Cantidad de Bacheo (m3/km/año)	0.0
	Respuesta: Pérdida de material reemplazado (%)	20
	Cantidad máxima aplicable (m3/km/año)	.
	Características: Factor de costo	1.00
Y	REPONER GRAVA (S-Programada o R-Respuesta a la condición)	S
	Programada: Intervalo entre reposiciones (años)	3
	Respuesta: Espesor mínimo de grava permisible (mm)	0.0
	Int. mínimo entre reposiciones (años)	
	Int. máximo entre reposiciones (años)	
	Características: Factor de costo	1.00
	Incremento en espesor de la grava (mm)	150.0
	Último año aplicable	
	Rugosidad Inicial (IRI)	.
	Código de compactación (1-Mec, 0-No Mec)	1
	Tamaño máximo de partículas (mm)	15.5
	Material que pasa tamiz 2.00 mm (%)	35.0
	Material que pasa tamiz 0.425 mm (%)	20.0
	Material que pasa tamiz 0.075 mm (%)	10.0
	Índice de plasticidad (%)	5.0
	Rugosidad mínima (IRI)	.
	Rugosidad máxima (IRI)	.

Fuente: Procesamiento HDM III

## Política 2 (MAN AFIRMADO R+P90+BA20%+RE3a)

Luego del mejoramiento con Afirmado de la carretera, se efectuará un mantenimiento rutinario permanente del afirmado, durante los 20 años de evaluación del proyecto, con perfilados cada 90 días, bacheo localizado cada vez que sea necesario y reposición de grava cada 3 años.

**Tabla 8**

*Política de construcción - estrategia 2.*

POLITICA DE CONSTRUCCION							
=====							
Descripción	MEJORAMIENTO AFIRMADO SM-103_SAP						
CONSTRUCCION							
Duración de la Construcción (años)							1
Flujo Anual de Costos (% costo total):	Construcción en Año 1	100.0					
	Construcción en Año 2	0.0					
	Construcción en Año 3	0.0					
	Construcción en Año 4	0.0					
	Construcción en Año 5	0.0					
Valor Residual (% costo total)		10.0					
Factor de Costo		0.75					
GEOMETRIA							
Clase de Carretera (P-Pavimentada/U-Sin Pavimentar)	U						
Longitud (km)	23.6	Ancho de la Calzada (m)	6.6				
Ancho un Hombro/Arcén (m)	0.5	Número Efectivo de Carriles	.				
Subida mas Bajada (m/km)	22.7	Curvatura (grados/km)	135.8				
Peralte (%)	.						
ESTADO							
Espesor de la Grava (mm)	20.0						
Rugosidad (IRI)	6.0						
Código Compactación (1-mecánica, 0-no mecánica)	1						
SUPERFICIE							
Rugosidad Mínima (IRI)	.	Rugosidad Máxima (IRI)	.				
Tamaño Partícula Máxima (mm)	15.5	Indice de Plasticidad (%)	5.0				
Material que Pasa Tamiz de 2.000 mm (%)	35.0						
Material que Pasa Tamiz de 0.425 mm (%)	20.0						
Material que Pasa Tamiz de 0.075 mm (%)	10.0						
BASE/SUBRASANTE							
Rugosidad Mínima (IRI)	.	Rugosidad Máxima (IRI)	.				
Tamaño Partícula Máxima (mm)	38.1	Indice de Plasticidad (%)	7.0				
Material que Pasa Tamiz de 2.000 mm (%)	31.0						
Material que Pasa Tamiz de 0.425 mm (%)	19.0						
Material que Pasa Tamiz de 0.075 mm (%)	11.0						
TRAFICO GENERADO							
	Auto Pickup	Bus	Camión Liviano	Camión Medio	Camión Pesado	Camión Articulado	
Tráfico Medio Diario	16	12	1	5	2	0	0
Crecimiento Anual (%)	2.0	2.0	2.0	4.0	4.0	4.0	4.0

Fuente: Procesamiento HDM III

**Tabla 9***Política de mantenimiento - estrategia 2.***POLITICA DE MANTENIMIENTO NO PAVIMENTADA**

=====

**Descripción MAN AFIRMADO R+P90+BA20%+RE3a**

Y-Si/N-No

Y	MANTENIMIENTO DE RUTINA		
	Características:	Factor de costo	1.00
Y	PERFILADO	(S-Programada o R-Respuesta a la condición)	S
	Programada:	Intervalo entre perfilados (días)	90
	Respuesta:	Tráfico entre perfilados (vehículos)	0
		Intervalo mínimo aplicable (días)	
		Intervalo máximo aplicable (días)	
	Características:	Factor de costo	1.00
Y	BACHEO LOCALIZADO	(S-Programado o R-Respuesta a la condición)	R
	Programado:	Cantidad de Bacheo (m3/km/año)	0.0
	Respuesta:	Pérdida de material reemplazado (%)	20
		Cantidad máxima aplicable (m3/km/año)	.
	Características:	Factor de costo	1.00
Y	REPONER GRAVA	(S-Programada o R-Respuesta a la condición)	S
	Programada:	Intervalo entre reposiciones (años)	3
	Respuesta:	Espesor mínimo de grava permisible (mm)	0.0
		Int. mínimo entre reposiciones (años)	
		Int. máximo entre reposiciones (años)	
	Características:	Factor de costo	1.00
		Incremento en espesor de la grava (mm)	150.0
		último año aplicable	
		Rugosidad Inicial (IRI)	.
		Código de compactación (1-Mec, 0-No Mec)	1
		Tamaño máximo de partículas (mm)	15.5
		Material que pasa tamiz 2.00 mm (%)	35.0
		Material que pasa tamiz 0.425 mm (%)	20.0
		Material que pasa tamiz 0.075 mm (%)	10.0
		Índice de plasticidad (%)	5.0
		Rugosidad mínima (IRI)	.
		Rugosidad máxima (IRI)	.

Fuente: Procesamiento HDM III.

**Política 3 (Man Afir.Mej R+P30+BA20%+RE3a)**

Luego del mejoramiento con Afirmado de la carretera, se efectuará un mantenimiento rutinario permanente del afirmado mejorado, durante los 20 años de evaluación del proyecto, con perfilados cada 30 días, bacheo localizado cada vez que sea necesario y reposición de grava cada 3 años.

Tabla 10

## Política de construcción - estrategia 3.

POLITICA DE CONSTRUCCION						
=====						
Descripción	MEJ. AFIRMADO MEJORADO SM-103 SP					
CONSTRUCCION						
Duración de la Construcción (años)						1
Flujo Anual de Costos (% costo total):	Construcción en Año 1	100.0				
	Construcción en Año 2	0.0				
	Construcción en Año 3	0.0				
	Construcción en Año 4	0.0				
	Construcción en Año 5	0.0				
Valor Residual (% costo total)		10.0				
Factor de Costo		0.93				
GEOMETRIA						
Clase de Carretera (P-Pavimentada/U-Sin Pavimentar)	U					
Longitud (km)	23.6	Ancho de la Calzada (m)	6.6			
Ancho un Hombro/Arcén (m)	0.5	Número Efectivo de Carriles	.			
Subida mas Bajada (m/km)	22.7	Curvatura (grados/km)	135.8			
Peralte (%)	.					
ESTADO						
Espesor de la Grava (mm)	25.0					
Rugosidad (IRI)	4.0					
Código Compactación (1-mecánica, 0-no mecánica)	1					
SUPERFICIE						
Rugosidad Mínima (IRI)	.	Rugosidad Máxima (IRI)	5.0			
Tamaño Partícula Máxima (mm)	15.5	Índice de Plasticidad (%)	5.0			
Material que Pasa Tamiz de 2.000 mm (%)	35.0					
Material que Pasa Tamiz de 0.425 mm (%)	20.0					
Material que Pasa Tamiz de 0.075 mm (%)	10.0					
BASE/SUBRASANTE						
Rugosidad Mínima (IRI)	.	Rugosidad Máxima (IRI)	7.0			
Tamaño Partícula Máxima (mm)	38.1	Índice de Plasticidad (%)	7.0			
Material que Pasa Tamiz de 2.000 mm (%)	31.0					
Material que Pasa Tamiz de 0.425 mm (%)	19.0					
Material que Pasa Tamiz de 0.075 mm (%)	11.0					
TRAFFICO GENERADO						
	Auto Pickup	Bus	Camión Liviano	Camión Medio	Camión Pesado	Camión Articulado
Tráfico Medio Diario	16	12	1	5	2	0

Fuente: Procesamiento HDM III.

Tabla 11

## Política de mantenimiento - estrategia 3.

POLITICA DE MANTENIMIENTO NO PAVIMENTADA				
=====				
Descripción	MAN AFIR.MEJ R+P30+BA20%+RE3a			
-Si/N-No				
Y	MANTENIMIENTO DE RUTINA			
	Características:	Factor de costo		1.00
Y	PERFILADO	(S-Programada o R-Respuesta a la condición)	S	
	Programada:	Intervalo entre perfilados (días)	30	
	Respuesta:	Tráfico entre perfilados (vehículos)	0	
		Intervalo mínimo aplicable (días)		
		Intervalo máximo aplicable (días)		
	Características:	Factor de costo		1.00
Y	BACHEO LOCALIZADO	(S-Programado o R-Respuesta a la condición)	R	
	Programado:	Cantidad de bacheo (m3/km/año)	0.0	
	Respuesta:	Pérdida de material reemplazado (%)	20	
		Cantidad máxima aplicable (m3/km/año)	.	
	Características:	Factor de costo		1.10
Y	REPONER GRAVA	(S-Programada o R-Respuesta a la Condición)	S	
	Programada:	Intervalo entre reposiciones (años)	3	
	Respuesta:	Espesor mínimo de grava permisible (mm)	0.0	
		Int. mínimo entre reposiciones (años)		
		Int. máximo entre reposiciones (años)		
	Características:	Factor de costo		1.10
		Incremento en espesor de la grava (mm)		150.0
		último año aplicable		
		Rugosidad inicial (IRI)	.	
		Código de compactación (1-Mec, 0-No Mec)	1	
		Tamaño máximo de partículas (mm)		15.5
		Material que pasa tamiz 2.00 mm (%)		35.0
		Material que pasa tamiz 0.425 mm (%)		20.0
		Material que pasa tamiz 0.075 mm (%)		10.0
		Índice de plasticidad (%)		5.0
		Rugosidad mínima (IRI)	.	
		Rugosidad máxima (IRI)	.	

Fuente: Procesamiento HDM III.



#### Política 4 (MANT TSB R+B100%+SE5a+RE10a-SAPO)

Luego del mejoramiento de la carretera con TSB, se deberá efectuar un mantenimiento rutinario permanente durante 20 años, con un bacheo según respuesta a la condición, (cada vez que sea necesario), con un sellado de fisuras cada 5 años (con un área máxima de daño permisible de 20% de la superficie), un refuerzo programado cada 10 años.

**Tabla 12**

*Política de construcción - estrategia 4*

POLITICA DE CONSTRUCCION									
=====									
Descripción	MEJORAMIENTO TSB SM-103 SAPOSOA								
CONSTRUCCION									
Duración de la Construcción (años)									1
Flujo Anual de Costos (% costo total):	Construcción en Año 1								100.0
	Construcción en Año 2								0.0
	Construcción en Año 3								0.0
	Construcción en Año 4								0.0
	Construcción en Año 5								0.0
Valor Residual (% costo total)									10.0
Factor de Costo									0.95
GEOMETRIA									
Clase de Carretera (P-Pavimentada/U-Sin Pavimentar)	P								
Longitud (km)	23.6	Ancho de la Calzada (m)						6.6	
Ancho un Hombro/Arcén (m)	0.5	Número Efectivo de Carriles						.	
Subida mas Bajada (m/km)	22.7	Curvatura (grados/km)						135.8	
Peralte (%)	.								
SUPERFICIE Tipo de Superficie 1									
Espesor de Capas Nuevas (mm)	25	Espesor de Capas viejas (mm)						0	
BASE/SUBRASANTE Tipo de Base 1 CBR de la Subrasante (%) 30									
Si Base es Cemento Estab.:	Espesor de Capas de Base (mm)						0		
	Módulo Resiliencia Suelo-Cemento (GPa)						0		
RESISTENCIA	Número Estructural 2.20	Deflexión viga Benkelman (mm)						.	
ESTADO	Rugosidad (IRI) 3.0	Defecto de Construcción						0	
FACTORES DE DETERIORO									
	Factor del Medio Ambiente						1.00		
Iniciación de Grietas	1.00	Progresión de Grietas						1.00	
Iniciación de Peladuras	1.00	Progresión de Roderas						1.00	
Progresión de Baches	1.00	Progresión de Rugosidad						1.00	
TRAFICO GENERADO									
	Auto Pickup		Bus	Camión Liviano	Camión Medio	Camión Pesado	Camión Articulado		
Tráfico Medio Diario	32	23	1	10	4	1	0		
Crecimiento Anual (%)	2.0	2.0	2.0	4.0	4.0	4.0	4.0		

Fuente: Procesamiento HDM III.



Tabla 13

Política de mantenimiento - estrategia 4.

POLITICA DE MANTENIMIENTO PAVIMENTADA			
=====			
Descripción			
MANT TSB R+B100%+SE5a+RE10a-SAPO			
-Si/N-No			
Y	MANTENIMIENTO DE RUTINA		
	Características:	Factor de costo	1.10
Y	BACHEO	(S-Programado o R-Respuesta a la Condición)	R
	Programado:	Area a bachear (m2/km/año)	0.0
	Respuesta:	Porcentaje de baches a bachear	100.0
		Cantidad de bacheo máximo (m2/km/año)	.
	Características:	Factor de costo	1.20
		ultimo año aplicable	
		Rugosidad máxima aplicable (IRI)	.
Y	SELLO	(S-Programado o R-Respuesta a la Condición)	S
	Programado:	Intervalo entre sellos (años)	5
	Respuesta:	Area dañada máxima permisible (%)	20.0
		Intervalo mínimo entre sellos (años)	
		Intervalo máximo entre sellos (años)	
	Características:	Factor de costo	1.00
		Tipo de sello	2
		Coefficiente de resistencia del sello	0.25
		Espesor del sello (mm)	12.0
		ultimo año aplicable	
		Rugosidad máxima aplicable (IRI)	.
Y	REFUERZO*	(S-Programado o R-Respuesta a la Condición)	S
	Programado:	Intervalo entre refuerzos (años)	10
	Respuesta:	Rugosidad máxima permisible (IRI)	0.0
		Intervalo mínimo entre refuerzos (años)	
		Intervalo máximo entre refuerzos (años)	
	Características:	Factor de costo	1.10
		Tipo del refuerzo	3
		Coefficiente de resistencia del refuerzo	0.40
	*SOBRECAPA	Espesor del refuerzo (mm)	25.0
		ultimo año aplicable	
		Rugosidad después del refuerzo (IRI)	.
N	RECONSTRUCCION	(S-Programada o R-Respuesta a la condición)	R
	Programada:	Intervalo entre reconstrucciones (años)	0
	Respuesta:	Rugosidad máxima permisible (IRI)	0.0
		Int. mínimo entre reconstrucciones (años)	
		Int. máximo entre reconstrucciones (años)	
	Características:	Factor de costo	1.00
		Nuevo número estructural	0.00

Fuente: Procesamiento HDM III).

**Política 5 (MAN PAV CA5 R+BA100%+S10a+RE15)**

Luego del mejoramiento de la carretera con Carpeta Asfáltica (CAC 5 cm), se deberá efectuar un mantenimiento rutinario permanente durante los 20 años del proyecto, un bacheo al 100% del área dañada cada vez que sea necesario, un sellado programado de cada 10 años y un refuerzo programado cada 15 años.

Tabla 14

## Política de construcción - estrategia 5.

POLITICA DE CONSTRUCCION						
=====						
Descripción	MEJOR. CAC 5.0cm SM-103 SAPOSOA					
CONSTRUCCION						
Duración de la Construcción (años)						1
Flujo Anual de Costos (% costo total):	Construcción en Año 1	100.0				
	Construcción en Año 2	0.0				
	Construcción en Año 3	0.0				
	Construcción en Año 4	0.0				
	Construcción en Año 5	0.0				
Valor Residual (% costo total)		20.0				
Factor de Costo		1.00				
GEOMETRIA						
Clase de Carretera (P-Pavimentada/U-Sin Pavimentar)	P					
Longitud (km)	23.6	Ancho de la calzada (m)	6.6			
Ancho un Hombro/Arcén (m)	0.5	Número Efectivo de Carriles	.			
Subida mas Bajada (m/km)	22.7	Curvatura (grados/km)	135.8			
Peralte (%)	.					
SUPERFICIE						
Tipo de Superficie	2					
Espesor de Capas Nuevas (mm)	50	Espesor de Capas viejas (mm)	0			
BASE/SUBRASANTE						
Tipo de Base	1	CBR de la Subrasante (%)	3			
Si Base es Cemento Estab.:	Espesor	de Capas de Base (mm)	0			
	Módulo	Resiliencia Suelo-Cemento (GPa)	0			
RESISTENCIA						
Número Estructural	2.00	Deflexión viga Benkelman (mm)	.			
ESTADO						
Rugosidad (IRI)	2.0	Defecto de Construcción	0			
FACTORES DE DETERIORO						
Iniciación de Grietas	1.00	Factor del Medio Ambiente	1.00			
Iniciación de Peladuras	1.00	Progresión de Grietas	1.00			
Progresión de Baches	1.00	Progresión de Roderas	1.00			
		Progresión de Rugosidad	1.00			
TRAFICO GENERADO						
	Auto Pickup	Bus	Camión Liviano	Camión Medio	Camión Pesado	Camión Articulado
Tráfico Medio Diario	41	29	2	13	5	1
Crecimiento Anual (%)	2.0	2.0	2.0	4.0	4.0	4.0

Fuente: Procesamiento HDM III.

Tabla 15

## Política de mantenimiento - estrategia 5

POLITICA DE MANTENIMIENTO PAVIMENTADA						
=====						
Descripción	MAN PAV CA5 R+BA100%+S10a+RE15					
Y-Sí/N-No						
Y	MANTENIMIENTO DE RUTINA					
	Características:	Factor de costo				1.00
Y	BACHEO	(S-Programado o R-Respuesta a la Condición)	R			
	Programado:	Area a bachear (m2/km/año)				0.0
	Respuesta:	Porcentaje de baches a bachear				100.0
		Cantidad de bacheo máximo (m2/km/año)				.
	Características:	Factor de costo				1.00
		Ultimo año aplicable				
		Rugosidad máxima aplicable (IRI)				.
Y	SELLO	(S-Programado o R-Respuesta a la Condición)	S			
	Programado:	Intervalo entre sellos (años)				10
	Respuesta:	Area dañada máxima permisible (%)				20.0
		Intervalo mínimo entre sellos (años)				5
		Intervalo máximo entre sellos (años)				7
	Características:	Factor de costo				1.00
		Tipo de sello				1
		Coefficiente de resistencia del sello				0.10
		Espesor del sello (mm)				12.0
		Ultimo año aplicable				
		Rugosidad máxima aplicable (IRI)				.
Y	REFUERZO*	(S-Programado o R-Respuesta a la Condición)	S			
	Programado:	Intervalo entre refuerzos (años)				15
	Respuesta:	Rugosidad máxima permisible (IRI)				0.0
		Intervalo mínimo entre refuerzos (años)				
		Intervalo máximo entre refuerzos (años)				
	Características:	Factor de costo				1.60
		Tipo del refuerzo				3
		Coefficiente de resistencia del refuerzo				0.40
	*SOBRECAPA	Espesor del refuerzo (mm)				50.0
		Ultimo año aplicable				
		Rugosidad después del refuerzo (IRI)				.
N	RECONSTRUCCION	(S-Programada o R-Respuesta a la condición)	R			
	Programada:	Intervalo entre reconstrucciones (años)				0
	Respuesta:	Rugosidad máxima permisible (IRI)				0.0
		Int. mínimo entre reconstrucciones (años)				
		Int. máximo entre reconstrucciones (años)				
	Características:	Factor de costo				1.00
		Nuevo número estructural				0.00

Fuente: Procesamiento HDM III.

Entre las estrategias tenemos los tratamientos posibles, que se pueden emplear en mejorar la vía en cuestión. Cada estrategia representa una inversión inicial alta que tomará un lugar en la evaluación técnica y económica debido a que los costos de cada una de ellas varían en función de la necesidad de emplearlas.

**Tabla 16**

*Descripción de estrategia*

---

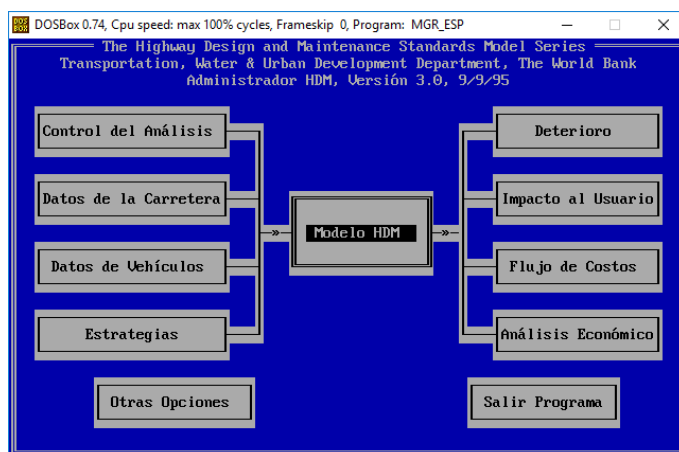
DEFINICION DE ESTRATEGIAS =====	
Descripción	MEJORAMIENTO SACANCHE-SAPOSOA
ESTRATEGIA 1:	BASE OPTIMIZADA
Desde Año:	2010 Política: MAN BASE AFIRMADO SM-103 SAPOSOA (Unp:MBASSP) ( )
ESTRATEGIA 2:	MEJORAMIENTO EN AFIRMADO
Desde Año:	2010 Política: MAN BASE AFIRMADO SM-103 SAPOSOA (Unp:MBASSP) 2010 MEJORAMIENTO AFIRMADO SM-103_SAP (Con:ALT1SP) 2011 MAN AFIRMADO R+P90+BA20%+RE3a (Unp:MAFISP) ( )
ESTRATEGIA 3:	MEJORAMIENTO AFIRMADO MEJORADO
Desde Año:	2010 Política: MAN BASE AFIRMADO SM-103 SAPOSOA (Unp:MBASSP) 2010 MEJ. AFIRMADO MEJORADO SM-103 SP (Con:ALT2SP) 2011 MAN AFIR.MEJ R+P30+BA20%+RE3a (Unp:MAFMSP) ( )
ESTRATEGIA 4:	MEJORAMIENTO EN TSB
Desde Año:	2010 Política: MAN BASE AFIRMADO SM-103 SAPOSOA (Unp:MBASSP) 2010 MEJORAMIENTO TSB SM-103 SAPOSOA (Con:ALT3SP) 2011 MANT TSB R+B100%+SE5a+RE10a-SAPO (Pav:MTSBSP) ( )
ESTRATEGIA 5:	MEJORAMIENTO EN CAC 5 cm
Desde Año:	2010 Política: MAN BASE AFIRMADO SM-103 SAPOSOA (Unp:MBASSP) 2010 MEJOR. CAC 5.0cm SM-103 SAPOSOA (Con:ALT4SP) 2011 MAN PAV CA5 R+BA100%+S10a+RE15 (Pav:CHMAC5) ( )

---

Fuente: Procesamiento HDM III.

## PASO 5: CORRIDA DEL PROGRAMA HDM III

Después de ingresar los datos solicitados se procede a correr el programa. Los resultados y su interpretación sirven para la toma de decisiones en cuanto a la alternativa más adecuada para el proyecto.



**Figura 9.** Pantalla de HDM III accionando el procesamiento  
(Fuente: Procesamiento HDM III).

A continuación se presentan los resultados de la corrida del programa HDM III, para el caso de la carretera EMPALME PE – 5N (SACANCHE) – EL ESLABON – PISCOYACU – SAPOSOA.

### Paso 6: Información Resultante Del Procesamiento

**Tabla 17**

Programación de la política para las estrategias

Administrador HDM - Deterioro						
Nombre de la Corrida : MEJORAMIENTO SACANCHE-SAPOSOA						
Fecha de la Corrida : 26/10/09						
Nombre de la Carretera: MEJORAMIENTO SACANCHE-SAPOSOA						
		Primera Estrat.	Segunda Estrat.	Tercera Estrat.	Cuarta Estrat.	Quinta Estrat.
	Ano Cale ndar io	Opera cion Apli cada	Opera cion Apli cada	Opera cion Apli cada	Opera cion Apli cada	Opera cion Apli cada
1	2010	RESU	RESU	RESU	RESU	RESU
2	2011		CONS	CONS	CONS	CONS
3	2012					
4	2013	RESU	RESU	RESU		
5	2014					
6	2015				RESE	
7	2016	RESU	RESU	RESU		
8	2017					
9	2018					
10	2019	RESU	RESU	RESU		
11	2020				OVER	RESE
12	2021					
13	2022	RESU	RESU	RESU		
14	2023					
15	2024					
16	2025	RESU	RESU	RESU	RESE	
17	2026					
18	2027					
19	2028	RESU	RESU	RESU		
20	2029					
Primera Estrategia: BASE OPTIMIZADA						
Segunda Estrategia: MEJORAMIENTO EN AFIRMADO						
Tercera Estrategia: MEJORAMIENTO AFIRMADO MEJORADO						
Cuarta Estrategia: MEJORAMIENTO EN TSB						
Quinta Estrategia: MEJORAMIENTO EN CAC 5 cm						

Fuente: Procesamiento HDM III.

**Tabla 18***Evaluación económica (Fuente: Procesamiento HDM III).*

Administrador HDM - Análisis Económico					
Nombre de la Corrida: MEJORAMIENTO SACANCHE-SAPOSOA					
Fecha de la Corrida: 26/10/09					
Nombre de la Carretera: MEJORAMIENTO SACANCHE-SAPOSOA					
Valores Presentes y Tasa Interna de Retorno					
	Primera Estrategia	Segunda Estrategia	Tercera Estrategia	Cuarta Estrategia	Quinta Estrategia
=====	=====	=====	=====	=====	=====
-Valores Presentes al 11.0% Descuento (millones de Dollars)					
Sociedad	30.18	32.95	32.98	26.91	27.81
Agencia	2.07	9.20	12.75	9.18	9.25
Capital	0.78	7.50	9.13	8.66	8.77
Recurrente	1.29	1.71	3.62	0.52	0.48
Usuarios	28.11	23.75	20.23	17.73	18.56
Operación Vehíc.	19.02	16.46	13.49	11.73	12.27
Tiempo de Viaje	9.09	7.28	6.73	6.00	6.29
Cst-Bnf Exógenos	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Valor Presente Neto (Beneficios Netos)	0.00	-0.36	-0.56	7.00	7.23
-Tasa Int. Ret. (%)	NA	10.2	10.1	21.3	21.2
Primera Estrategia: BASE OPTIMIZADA					
Segunda Estrategia: MEJORAMIENTO EN AFIRMADO					
Tercera Estrategia: MEJORAMIENTO AFIRMADO MEJORADO					
Cuarta Estrategia: MEJORAMIENTO EN TSB					
Quinta Estrategia: MEJORAMIENTO EN CAC 5 cm					

Fuente: Procesamiento HDM III.

Para la alternativa técnica planteada, se observa que a partir del año 10, se presentará un nivel de deterioro que requerirá de un mantenimiento periódico.

Se observa que para la alternativa seleccionada, se tiene un Valor Actual Neto de 7.23 millones y una Tasa Interna de Retorno de 21.2, muy superior a la Tasa de Descuento anual.



**Tabla 20***Factores de deterioro – grietas anchas*


---

 Administrador HDM - Deterioro

Nombre de la Corrida : MEJORAMIENTO SACANCHE-SAPOSOA

Fecha de la Corrida : 26/10/09

Nombre de la Carretera: MEJORAMIENTO SACANCHE-SAPOSOA

		Primera Estrat.	Segunda Estrat.	Tercera Estrat.	Cuarta Estrat.	Quinta Estrat.
	Ano Calendar io	Area Griet Ancha %	Area Griet Ancha %	Area Griet Ancha %	Area Griet Ancha %	Area Griet Ancha %
1	2010	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	2011	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3	2012	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
4	2013	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
5	2014	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
6	2015	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
7	2016	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
8	2017	0.0	0.0	0.0	0.0	2.6
9	2018	0.0	0.0	0.0	0.0	8.8
10	2019	0.0	0.0	0.0	0.0	17.8
11	2020	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
12	2021	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
13	2022	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
14	2023	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
15	2024	0.0	0.0	0.0	0.0	3.5
16	2025	0.0	0.0	0.0	0.0	17.9
17	2026	0.0	0.0	0.0	0.0	50.1
18	2027	0.0	0.0	0.0	0.0	82.2
19	2028	0.0	0.0	0.0	0.0	96.4
20	2029	0.0	0.0	0.0	0.0	99.5

Primera Estrategia: BASE OPTIMIZADA

Segunda Estrategia: MEJORAMIENTO EN AFIRMADO

Tercera Estrategia: MEJORAMIENTO AFIRMADO MEJORADO

Cuarta Estrategia: MEJORAMIENTO EN TSB

Quinta Estrategia: MEJORAMIENTO EN CAC 5 cm

Tabla 21

Factores de deterioro – peladuras

Administrador HDM - Deterioro						
Nombre de la Corrida : MEJORAMIENTO SACANCHE-SAPOSOA						
Fecha de la Corrida : 26/10/09						
Nombre de la Carretera: MEJORAMIENTO SACANCHE-SAPOSOA						
		Primera Estrat.	Segunda Estrat.	Tercera Estrat.	Cuarta Estrat.	Quinta Estrat.
	Ano Cale ndar io	Area Pela dura %	Area Pela dura %	Area Pela dura %	Area Pela dura %	Area Pela dura %
1	2010	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	2011	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3	2012	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
4	2013	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
5	2014	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
6	2015	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
7	2016	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
8	2017	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
9	2018	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
10	2019	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
11	2020	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
12	2021	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
13	2022	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
14	2023	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
15	2024	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
16	2025	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
17	2026	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
18	2027	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
19	2028	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
20	2029	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Primera Estrategia: BASE OPTIMIZADA						
Segunda Estrategia: MEJORAMIENTO EN AFIRMADO						
Tercera Estrategia: MEJORAMIENTO AFIRMADO MEJORADO						
Cuarta Estrategia: MEJORAMIENTO EN TSB						
Quinta Estrategia: MEJORAMIENTO EN CAC 5 cm						

Fuente: Procesamiento HDM II.

**Tabla 22***Factores de deterioro – baches.*


---

Administrador HDM - Deterioro						
Nombre de la Corrida : MEJORAMIENTO SACANCHE-SAPOSOA						
Fecha de la Corrida : 26/10/09						
Nombre de la Carretera: MEJORAMIENTO SACANCHE-SAPOSOA						
		Primera Estrat.	Segunda Estrat.	Tercera Estrat.	Cuarta Estrat.	Quinta Estrat.
	Ano Calendar io	Area Bache %	Area Bache %	Area Bache %	Area Bache %	Area Bache %
1	2010	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	2011	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3	2012	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
4	2013	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
5	2014	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
6	2015	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
7	2016	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
8	2017	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
9	2018	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
10	2019	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
11	2020	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
12	2021	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
13	2022	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
14	2023	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
15	2024	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
16	2025	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
17	2026	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
18	2027	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
19	2028	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
20	2029	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Primera Estrategia: BASE OPTIMIZADA						
Segunda Estrategia: MEJORAMIENTO EN AFIRMADO						
Tercera Estrategia: MEJORAMIENTO AFIRMADO MEJORADO						
Cuarta Estrategia: MEJORAMIENTO EN TSB						
Quinta Estrategia: MEJORAMIENTO EN CAC 5 cm						

---

Fuente: Procesamiento HDM III.



**Tabla 23***Factores de deterioro – roderas*


---

Administrador HDM - Deterioro						
Nombre de la Corrida : MEJORAMIENTO SACANCHE-SAPOSOA						
Fecha de la Corrida : 26/10/09						
Nombre de la Carretera: MEJORAMIENTO SACANCHE-SAPOSOA						
		Primera Estrat.	Segunda Estrat.	Tercera Estrat.	Cuarta Estrat.	Quinta Estrat.
	Ano Cale ndar io	Rode ras mm	Rode ras mm	Rode ras mm	Rode ras mm	Rode ras mm
1	2010	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	2011	0.0	0.0	0.0	1.8	4.5
3	2012	0.0	0.0	0.0	2.0	5.3
4	2013	0.0	0.0	0.0	2.2	5.8
5	2014	0.0	0.0	0.0	2.4	6.3
6	2015	0.0	0.0	0.0	2.5	6.8
7	2016	0.0	0.0	0.0	2.6	7.1
8	2017	0.0	0.0	0.0	2.7	7.5
9	2018	0.0	0.0	0.0	2.8	7.8
10	2019	0.0	0.0	0.0	2.9	8.1
11	2020	0.0	0.0	0.0	0.4	8.4
12	2021	0.0	0.0	0.0	0.6	8.6
13	2022	0.0	0.0	0.0	0.6	8.9
14	2023	0.0	0.0	0.0	0.7	9.1
15	2024	0.0	0.0	0.0	0.8	9.4
16	2025	0.0	0.0	0.0	0.8	9.9
17	2026	0.0	0.0	0.0	0.8	10.6
18	2027	0.0	0.0	0.0	0.9	11.2
19	2028	0.0	0.0	0.0	0.9	11.7
20	2029	0.0	0.0	0.0	0.9	12.0
Primera Estrategia: BASE OPTIMIZADA						
Segunda Estrategia: MEJORAMIENTO EN AFIRMADO						
Tercera Estrategia: MEJORAMIENTO AFIRMADO MEJORADO						
Cuarta Estrategia: MEJORAMIENTO EN TSB						
Quinta Estrategia: MEJORAMIENTO EN CAC 5 cm						

---

Fuente: Procesamiento HDM III.

**Tabla 24***Factores de deterioro – rugosidad.*

Administrador HDM - Deterioro

Nombre de la Corrida : MEJORAMIENTO SACANCHE-SAPOSOA

Fecha de la Corrida : 26/10/09

Nombre de la Carretera: MEJORAMIENTO SACANCHE-SAPOSOA

		Primera Estrat.	Segunda Estrat.	Tercera Estrat.	Cuarta Estrat.	Quinta Estrat.
	Ano Calendar io	Rugo sidad (IRI) m/km	Rugo sidad (IRI) m/km	Rugo sidad (IRI) m/km	Rugo sidad (IRI) m/km	Rugo sidad (IRI) m/km
1	2010	12.9	12.9	12.9	12.9	12.9
2	2011	8.0	7.5	4.7	3.2	2.3
3	2012	10.5	12.0	6.6	3.2	2.4
4	2013	12.1	12.1	7.2	3.3	2.5
5	2014	8.1	7.7	5.3	3.4	2.6
6	2015	10.8	10.5	6.8	3.5	2.7
7	2016	12.2	11.9	7.2	3.6	2.8
8	2017	8.3	7.9	5.4	3.7	3.0
9	2018	11.2	10.8	7.1	3.8	3.2
10	2019	12.2	12.0	7.5	3.8	3.4
11	2020	8.5	8.1	5.6	2.3	3.3
12	2021	11.5	11.2	7.4	2.3	3.5
13	2022	12.3	12.1	7.9	2.4	3.6
14	2023	8.7	8.3	5.9	2.5	3.8
15	2024	11.6	11.6	7.8	2.5	4.1
16	2025	12.3	12.1	8.2	2.6	4.4
17	2026	8.9	8.6	6.1	2.6	4.8
18	2027	11.7	11.7	8.1	2.7	5.2
19	2028	12.3	12.2	8.5	2.8	5.6
20	2029	9.1	8.8	6.3	2.8	5.9

Primera Estrategia: BASE OPTIMIZADA

Segunda Estrategia: MEJORAMIENTO EN AFIRMADO

Tercera Estrategia: MEJORAMIENTO AFIRMADO MEJORADO

Cuarta Estrategia: MEJORAMIENTO EN TSB

Quinta Estrategia: MEJORAMIENTO EN CAC 5 cm

Fuente: Procesamiento HDM III.

Tabla 25

*Costos de Operación vehicular*

Administrador HDM - Flujo de Costos

Nombre de la Corrida : MEJORAMIENTO SACANCHE-SAPOSOA

Fecha de la corrida : 26/10/09

Nombre de la Carretera: MEJORAMIENTO SACANCHE-SAPOSOA

		Primera Estrat.	Segunda Estrat.	Tercera Estrat.	Cuarta Estrat.	Quinta Estrat.
Ano	Economico	Economico	Economico	Economico	Economico	Economico
Calendar	Operacion	Operacion	Operacion	Operacion	Operacion	Operacion
io	Vehiculo	Vehiculo	Vehiculo	Vehiculo	Vehiculo	Vehiculo
1	2010	1.951	1.951	1.951	1.951	1.951
2	2011	1.573	1.274	1.084	1.020	1.057
3	2012	1.847	1.742	1.241	1.056	1.087
4	2013	2.055	1.796	1.327	1.092	1.120
5	2014	1.730	1.404	1.218	1.128	1.152
6	2015	2.051	1.731	1.376	1.168	1.187
7	2016	2.260	1.943	1.454	1.209	1.225
8	2017	1.919	1.559	1.348	1.253	1.263
9	2018	2.292	1.940	1.537	1.299	1.308
10	2019	2.489	2.143	1.624	1.345	1.363
11	2020	2.131	1.734	1.496	1.395	1.423
12	2021	2.563	2.178	1.719	1.355	1.462
13	2022	2.741	2.362	1.818	1.398	1.520
14	2023	2.370	1.932	1.663	1.442	1.585
15	2024	2.835	2.438	1.925	1.487	1.655
16	2025	3.018	2.601	2.039	1.534	1.735
17	2026	2.638	2.157	1.850	1.583	1.831
18	2027	3.134	2.695	2.160	1.633	1.938
19	2028	3.332	2.863	2.289	1.686	2.051
20	2029	2.942	2.410	2.062	1.740	2.164

Moneda: (millones de Dollars)

Primera Estrategia: BASE OPTIMIZADA

Segunda Estrategia: MEJORAMIENTO EN AFIRMADO

Tercera Estrategia: MEJORAMIENTO AFIRMADO MEJORADO

Cuarta Estrategia: MEJORAMIENTO EN TSB

Quinta Estrategia: MEJORAMIENTO EN CAC 5 cm

2

Fuente: Procesamiento HDM II).

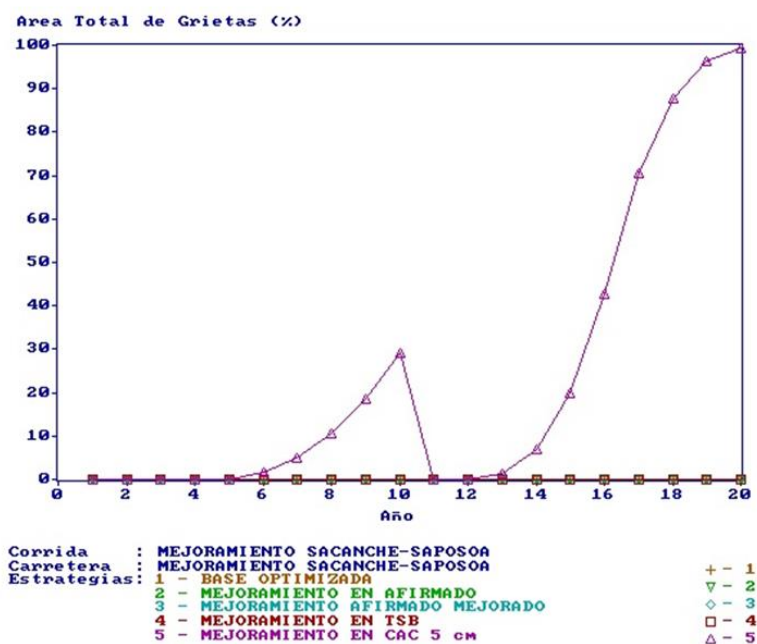


Figura 10. Área totalde grietas en el horizonte. (Fuente: Procesamiento HDM III).

Las estrategias de la 1 a la 4, no presentarán grietas, debido a que no es la naturaleza de los pavimentos propuestos, sin embargo la estrategia 5 (alternativa del proyecto), presentará grietas a partir del año 5, incrementándose año tras año, ante lo cual amerita una intervención en el año 10.

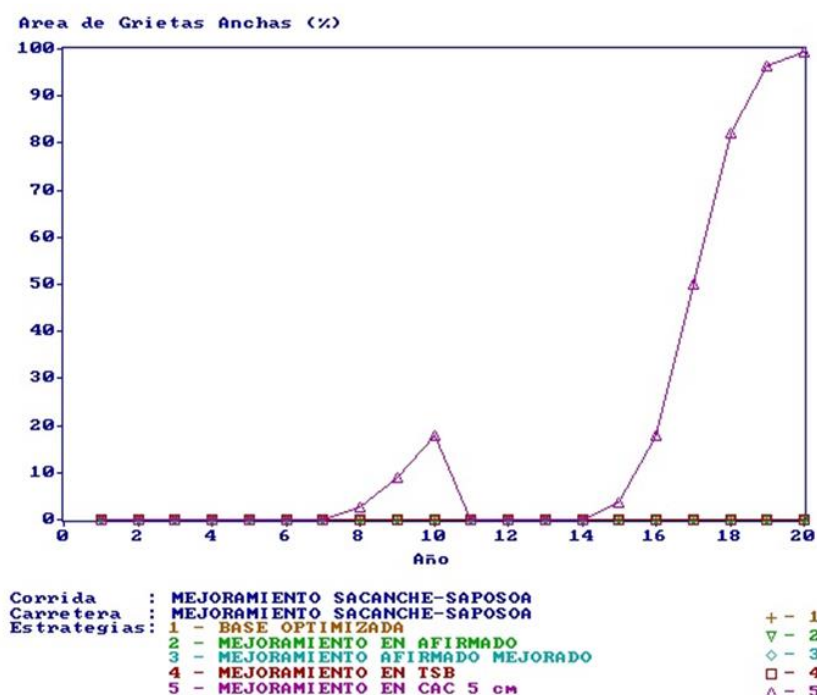


Figura 11. Área de grietas anchas en el horizonte. (Fuente: Procesamiento HDM III).

Las estrategias de la 1 a la 4, no presentarán grietas, debido a que no es la naturaleza de los

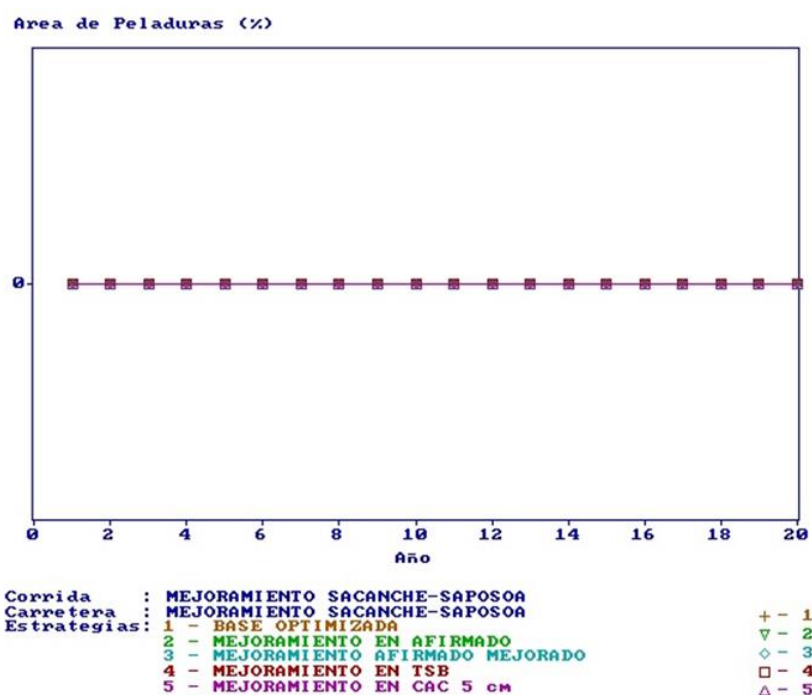


Figura 12. Área de peladuras en el horizonte. (Fuente: Procesamiento HDM III).

Pavimentos propuestos, sin embargo la estrategia 5 (alternativa del proyecto), presentará grietas a partir del año 5, incrementándose año tras año, ante lo cual amerita igualmente una intervención en el año 10

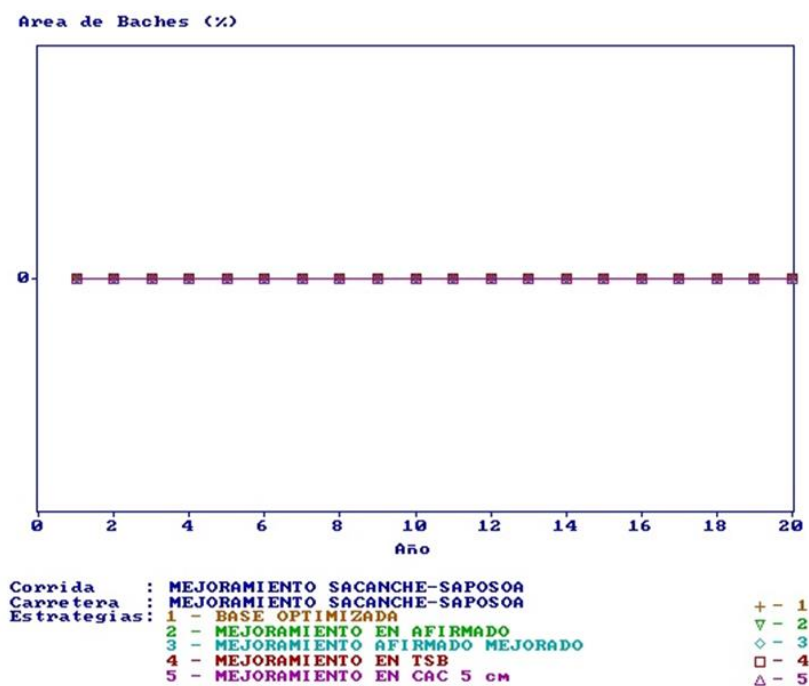


Figura 13. Área de baches en el horizonte. (Fuente: Procesamiento HDM III).

Las estrategias de la 1 a la 5, no presentarán baches, debido a que todas las estrategias consideran la política de mantenimiento rutinario, realizando la actividad de bacheo.

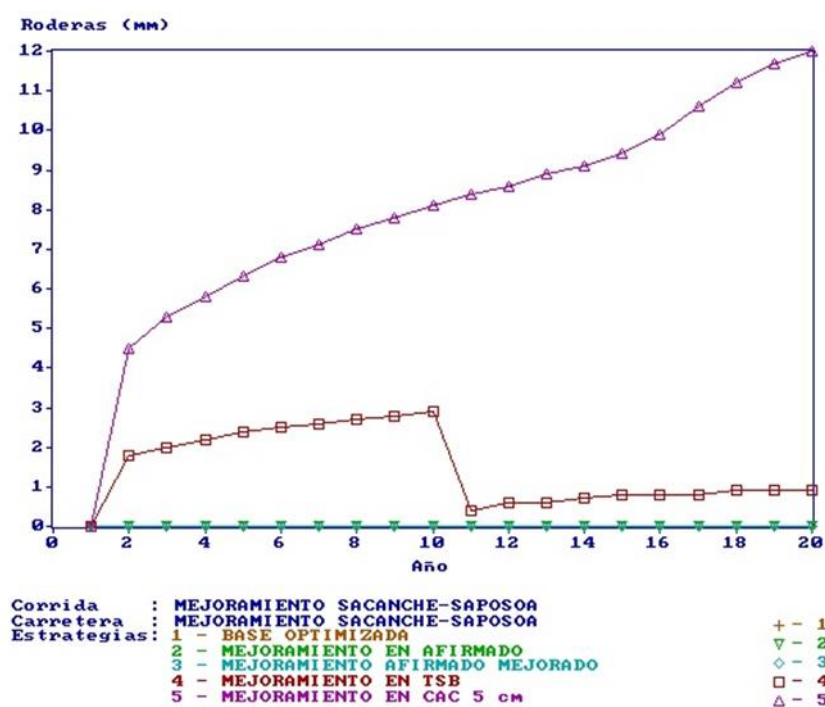


Figura 14. Roderas en mm, en el horizonte. (Fuente: Procesamiento HDM III).

Las estrategias que consideran pavimentos bituminosos (estrategias 4 y 5), desarrollarán



roderas desde el año 2 de su construcción, incrementándose año a año. Se puede observar que la alternativa que considera TSB, tendrá mayor incidencia de las roderas a lo largo del horizonte. Una intervención en el año 10, que es la política de la estrategia 5, reducirá el nivel de roderas en el pavimento.

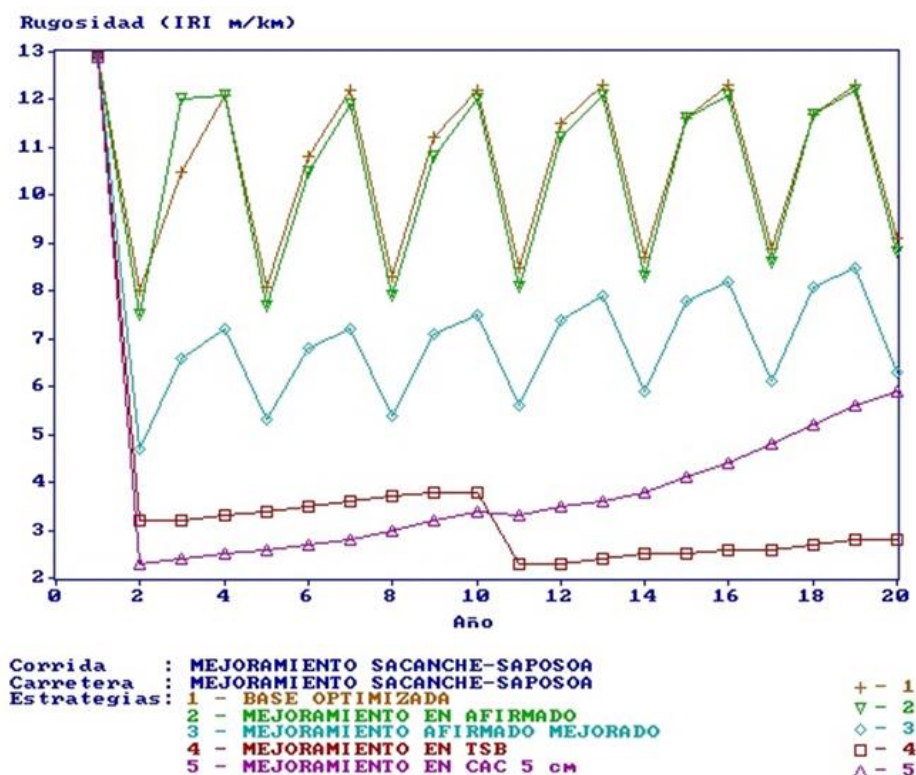


Figura 15 . Evolución del IRI en el horizonte. (Fuente: Procesamiento HDM III).

Se observa, que en cuanto al IRI, las estrategias que tienen como pavimento el afirmado, desarrollan o mantienen una rugosidad alta. Las estrategias, que consideran pavimentos bituminosos, inician con bajos niveles de IRI, los que se incrementan a lo largo del tiempo. La alternativa seleccionada (estrategia 5), considera una intervención (política) en el año 10 del horizonte, lo que devolverá un nivel de IRI de alrededor de 2.5.

## 2.8. Condiciones actuales de la vía

Conociendo la decisión de haber tomado la Estrategia N° 05, para el proyecto de la carretera mencionada, cuya política de construcción implicaba un Mejoramiento en CAC 5cm y cuya política de mantenimiento fue:

**Polituca 5 Man Pav Ca5 R+BA100%+S10A+RE15)**

Luego del mejoramiento de la carretera con Carpeta Asfáltica (CAC 5 cm), se deberá efectuar un mantenimiento rutinario permanente durante los 20 años del proyecto,

un bacheo al 100% del área dañada cada vez que sea necesario, un sellado programado de cada 10 años y un refuerzo programado cada 15 años.

La política indicada implica la realización de las siguientes actividades en el tiempo:

A su vez, según lo constatado en campo, se observa que el mantenimiento rutinario inició en el año 2012, tercerizado por el GORESAM, con las actividades correspondientes a limpieza de calzada, limpieza de cuneta entre otras correspondientes al mantenimiento rutinario, como se podrá ver en los documentos de contratación de mantenimiento en los anexos del presente informe.

Se ha realizado un recorrido de todo el tramo de la carretera, donde se ha realizado una inspección visual y mediciones básicas para determinar el estado actual con respecto a lo programado.

Baches:

No se encontraron baches a lo largo de toda la carretera. Se observan parches en la vía, realizados en el año 2015 debido a deformaciones del pavimento en sectores puntuales de la vía. En 4 sectores puntuales se detectaron el parche de la vía con CAC. Dichas intervenciones implicaron superficies promedio de 6 x 3 m aproximadamente.



**Figura 16.** Áreas intervenidas con parche. (Fuente: Elaborado por el bachiller).

### **Área cubierta por grietas**

Mediante el recorrido de toda la vía, se ha observado que la presencia de grietas no se da en toda la longitud de la carretera. Se ha detectado mayor presencia de fisuras entre: Km

00+000 al Km 00+1000, Km 02+500 al km 03+500, Km 05+000 al km 07+000, km 15+000 al km 17+000 y el km 20+000 y 23+000.

Para la medición del área afectada por fisuras, se han tomado tramos representativos de 10 metros de longitud, que equivale a 66 m<sup>2</sup>, donde se ha medido aproximadamente 6 metros cuadrados acumulados en promedio de áreas afectadas por fisuras. Equivaliendo a aproximadamente de 5 a 10% de la calzada afectada por fisuras.



**Figura 17.** Áreas con presencia de fisuras. (Fuente: Elaborado por el bachiller).

### Área de Grietas anchas

Las grietas anchas observadas, están presentes en algunos tramos cortos y puntuales de la vía, cubriendo de entre el 1 al 5% aproximadamente de la calzada. Dichas grietas tienen un ancho promedio de 2 cm y longitudes de entre 1 a 3 m.



**Figura 18.** Áreas con presencia de fisuras anchas. (Fuente: Elaborado por el bachiller).



## Rodera

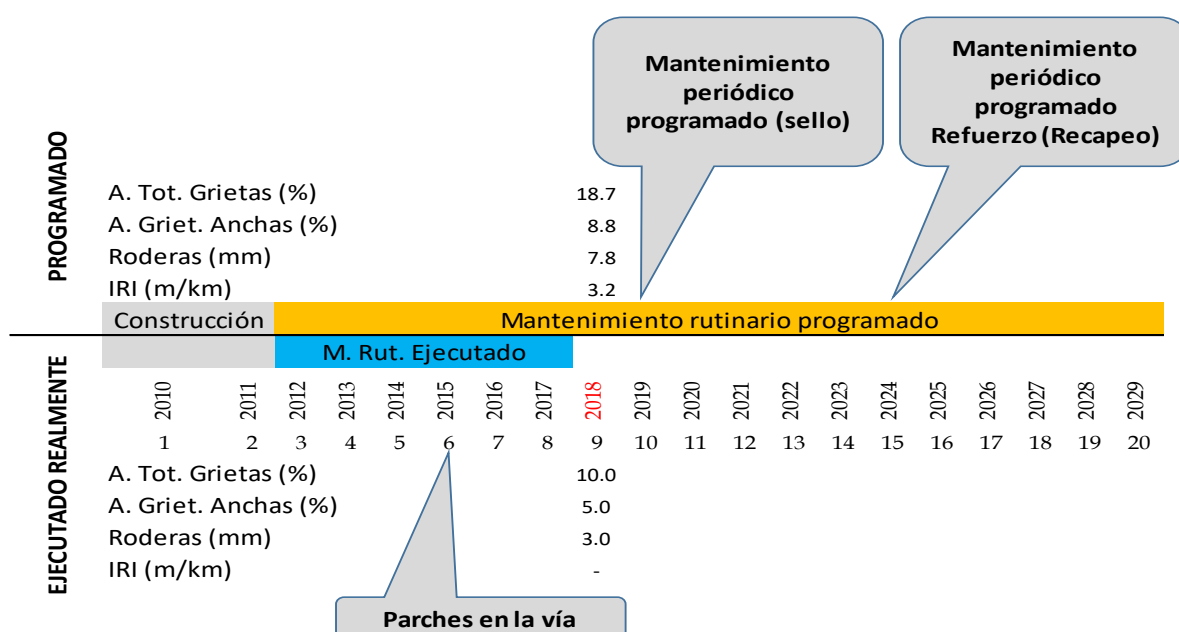
Su presencia es incipiente. Del recorrido del total de la carretera, no se ha podido observar una presencia a considerar de roderas. En los pocos casos encontrados, se ha medido una profundidad máxima de 8 a 10 mm en longitudes menores a 3 m.



**Figura 19.** Medición de rodera. (Fuente: Elaborado por el bachiller).

Según la evaluación realizada a las estrategias planteadas (5), se ha determinado que la Estrategia 5 (correspondientes a las Alternativas 1), es la que genera mejores indicadores de rentabilidad del proyecto.

Al aplicar las variaciones porcentuales a las principales variables del flujo de caja del proyecto, concluimos que la alternativa 1 (Quinta estrategia en el HDM III) muestra mejores indicadores de rentabilidad en cada variación, por lo tanto es la más recomendada.



**Figura 20.** Mantenimiento programado vs. Ejecutado. (Fuente: Elaboración propia – Bachiller).

El año de evaluación de campo es el año 2018 (año 9 del periodo de análisis). No ha sido posible determinar el IRI debido a la complejidad de su medición. Los diferentes indicadores

que miden el nivel de daño del pavimento, en el año 2018, presentan valores por debajo de lo estimado por el modelo HDM III, para el año presente.

Se puede observar que el estado de daños existente, es menor a lo predicho por el modelo HDM III. El pavimento se encuentra en mejor estado de lo previsto. Entre otros factores, es posible que el IMD de la carretera esté por debajo del estimado por la proyección en el estudio de factibilidad.

## **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **6.1.1. Conclusiones**

Los datos fueron ingresados de acuerdo a los requerimientos del Modelo HDM-III. Los datos fueron procesados según la secuencia lógica determinada por el Modelo.

Procesar los datos en el sistema HDM III e interpretar los resultados. Los resultados obtenidos mediante el modelo HDM III, permiten ver gráficamente el comportamiento de las estrategias a lo largo del tiempo, permitiendo un mejor entendimiento y toma de decisiones más acertadas en cuanto a la elección de una alternativa de proyecto.

Según la inspección visual en campo realizada y los datos históricos de la política de mantenimiento al que se ha sometido la vía en cuestión, se observa que el estado actual del pavimento es bueno y los daños observados son inferiores a los previstos por el modelo.

### **6.1.2. Recomendaciones**

Se recomienda estudiar diferentes políticas de mejoramiento de carreteras ejecutadas en la región a fin de alimentar el modelo del HDM III, con estrategias acorde con la realidad regional y los escasos recursos del estado.

Se recomienda determinar adecuadamente los parámetros solicitados por el modelo, a fin de obtener resultados más confiables y mejor adaptados a la realidad, que permitan tener un mejor nivel de certeza para la toma de decisiones.

Se recomienda revisar minuciosamente los datos ingresados al modelo, debido a que la alerta de error se da después de la orden de correr el programa.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- DE SOLMINIHAC, H. (1998) “*Gestión de Infraestructura Vial*”, Ediciones UC, 1º Edición, Bogotá – Colombia, .
- GRÁNDEZ, G. (2010) Tesis de grado, “*Diseño geométrico y pavimento de la carretera Tabalosos – Pinto Recodo*”, UNSM-FICA, Morales.
- GUERRA, C. (1997) “*Carreteras, Ferrocarriles, Canales*”, Editorial América, Lima / Perú.
- HANSER, J. (2008) “*Análisis de la Evaluación Técnica y Económica de Proyectos Viales con el Modelo de Estándares de Conservación y Diseño de Carreteras*”, Universidad de San Carlos de Guatemala/ Guatemala.
- OLIVERA, F. (1986) “*Estructuración de Vías Terrestres*”, Editorial Continental, México.
- POSADA, J. (2005) “*Evaluación de Proyectos de Inversión en Carreteras con el HDM-III*”, Universidad Nacional de Colombia, Medellín/Colombia.
- PRADENA, M. & POSADA, J. (2007) Revista de la Construcción: “*Análisis de Inversiones en Carreteras Utilizando Software HDM-III*”, vol. 6, núm. 1, Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago de Chile.
- VALLE, R. (1980) “*Carreteras, Calles y Aeropistas*”; Editorial el Ateneo, 1º edición, Buenos Aires /Argentina.
- WANDERLEY, A. & MONTOYA, G. (2010); “*Carreteras*”, ICG, Lima / Perú.

## **ANEXOS**

**ANEXO N°1****Factibilidad del proyecto de inversión pública**





## **INDICE GENERAL**

### **VOLUMEN I**

#### **I. RESUMEN EJECUTIVO**

- A. Nombre del proyecto
- B. Objetivo del proyecto
- C. Balance oferta y demanda de los servicios del PIP
- D. Descripción Técnica del proyecto
- E. Costos del proyecto
- F. Beneficios del proyecto
- G. Resultados de la evaluación social
- H. Sostenibilidad del PIP
- I. Impacto ambiental
- J. Organización y Gestión
- K. Plan de implementación
- L. Financiamiento
- M. Conclusiones y Recomendaciones.
- N. Marco lógico

#### **II. ASPECTOS GENERALES**

- 2.1. Nombre del proyecto y Ubicación
- 2.2. Unidad Formuladora y Ejecutora
- 2.3. Participación de las entidades involucradas y de los beneficiarios
- 2.4. Marco de referencia
- 2.5. Diagnóstico de la situación actual
- 2.6. Objetivos del Proyecto

#### **III. FORMULACIÓN Y EVALUCION**

- 3.1. Análisis de la demanda
- 3.2. Análisis de la Oferta
- 3.3. Balance oferta demanda
- 3.4. Planeamiento técnico de las alternativas
- 3.5. Costos
- 3.6. Beneficios
- 3.7. Evaluación Social
- 3.8. Evaluación Privada
- 3.9. Análisis de sensibilidad
- 3.10. Análisis de riesgo
- 3.11. Análisis de sostenibilidad
- 3.12. Impacto ambiental
- 3.13. Organización y Gestión
- 3.14. Plan de Implementación
- 3.15. Financiamiento
- 3.16. Matriz del marco lógico del proyecto
- 3.17. Línea de base para evaluación de impacto

**IV.**

**VOLUMEN II  
ESTUDIOS DE INGENIERIA**

**VOLUMEN III  
INVENTARIO VIAL**

## **VOLUMEN IV ESTUDIO SOCIOECONOMICO**

## **VOLUMEN V ESTUDIO TRAFICO**

## **VOLUMEN VI ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL**

Tarapoto, Noviembre 2009

### **I. 1.0 RESUMEN EJECUTIVO**

#### **A. NOMBRE DEL PROYECTO**

**“REHABILITACION Y MEJORAMIENTO DE  
LA CARRETERA DEPARTAMENTAL SM - 103: EMPALME PE-  
5N (SACANCHE) – EL ESLABON - PISCOYACU - SAPOSOA,  
PROVINCIA DEL HUALLAGA, REGION SAN MARTIN”**

#### **Ubicación:**

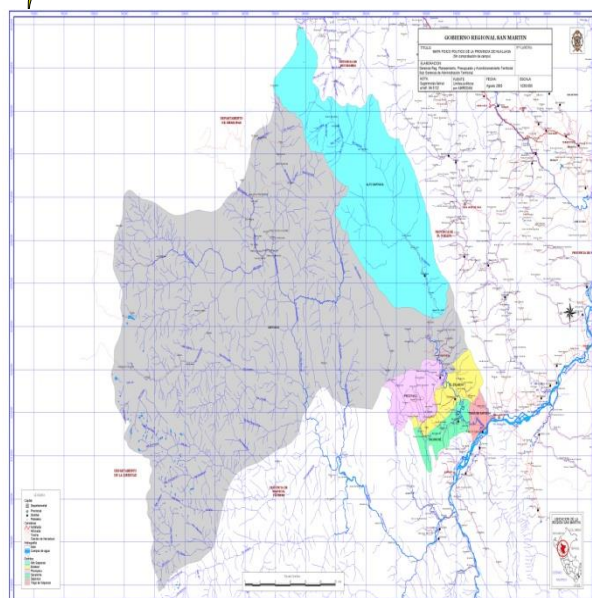
Departamento : San Martín  
Provincia : Huallaga



Distrito : Sacanche, Eslabón, Piscoyacu, Saposoa  
 Localidades : Sacanche, Eslabón, Piscoyacu, Saposoa

### Ubicación del Departamento

### Departamento de San Martín



El acceso a la zona del proyecto, desde la ciudad de Tarapoto, es a través de la Carretera Fernando Belaúnde Terry, (PE -5N) hacia el sur (Tarapoto – Juanjuí), la que a la altura del Km. 816, de ésta vía, es el punto de inicio

del proyecto, en la localidad de Sacanche (Empalme PE – 5N), para luego continuar hacia la izquierda pasando por la localidades de Eslabón, Piscoyacu y llegar a la localidad de Saposoa, a través de una carretera afirmada y con una longitud de 23.640 km.

## **B. OBJETIVO DEL PROYECTO**

### **“Condiciones Optimas de Transitabilidad para el Traslado de Pobladores y la Producción hacia los Mercados de Consumo y Comercialización”**

Las poblaciones conocerán las ventajas comparativas del uso de una carretera.

Se disminuirá los costos de la movilización de la población de las localidades involucradas por la oferta que habrá y el crecimiento del tráfico.

Disminuir los gastos de la canasta familiar en lo que respecta a los gastos por transporte y fletes de la población.

Se espera el incremento de nuevas inversiones debido a la implementación de este servicio y tener un mejor acceso al mercado laboral.

## **C. BALANCE OFERTA Y DEMANDA DE LOS SERVICIOS DEL PIP**

Del análisis antes expuesto permite inferir que existe una demanda insatisfecha, tanto de carga como de pasajeros, pues la oferta vial existente no satisface, debido a los altos costos de transporte, lo cual amerita la propuesta del presente estudio.

Según las condiciones geométricas de la actual vía la cual presenta un ancho de rodadura de 4.50 m y sin bermas, con un afirmado granular; dicha

vía brinda un nivel de serviciabilidad no adecuado a la actual demanda ya que el tráfico actual es superior a los indicados para este ancho de rodadura y considerando la proyección del tráfico, esta vía se volverá intransitable, sumado a ello el índice de rugosidad actual está por encima de las correspondientes a vías en condiciones buenas cuyo IRI sería 5; todo ello comparado a la oferta del proyecto, tales como un ancho de rodadura de 6.60 m con bermas y plazoletas corresponden a una vía que brindara servicio hasta 2000 vpd y que aun con el tráfico proyectado en la situación con proyecto está dentro este margen, además que el Índice de Rugosidad para vías a nivel de asfalto será 2 y esta permitirá un menor costo de Operación vehicular.

Terminado el proyecto se brindara el servicio ofertado, lo cual cubrirá todo el déficit actual y el tráfico generado durante el horizonte de evaluación, siendo la brecha no satisfecha actualmente cubierta en su totalidad a partir del primer año de ejecutado el proyecto es decir la brecha con el proyecto ejecutado no existirá será cero.

#### **D. DESCRIPCIÓN TECNICA DEL PROYECTO**

##### **PROYECTO ALTERNATIVO SELECCIONADO:**

- Rehabilitación y Mejoramiento de la Carretera Departamental SM-103: Empalme PE-5N (Sacanche) – El Eslabón – Piscoyacu – Saposoa de 23.640 Km de longitud, con un ancho de calzada 6.60 m. a nivel de asfalto en caliente, con un espesor  $e = 2.5''$ , con las respectivas obras arte y drenaje.
- Capacitación a Pobladores y a todos los que hacen uso de la vía, con la finalidad de crear conciencia, promover actitudes responsables para el mantenimiento de la vía, no dañando las señales de tránsito, para conservar la vía en óptimo estado de funcionabilidad evitando también los

accidentes de tránsito. La capacitación se realizará dos veces durante el proyecto.

### **LAS CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS DE LA VÍA PARA AMBAS ALTERNATIVAS SON LAS SIGUIENTES:**

Velocidad directriz	: 30 km/h
Ancho de superficie de rodadura	: 6.60 m.
Cunetas triangulares	: 1.2 x 0.50
Radio mínimo	: 30 m.
Radio máximo	: 1000 m.
Pendiente máxima	: 8.00 %
Pendiente mínima	: 0.50 %
Bombeo	: 2.50 %
Sobreancho	: 0.30 a 3.30 m.
Número de carriles	: 2
Berma	: 0.50m.
Ancho de plataforma	: 7.60 m.
Talud de corte	: Z: 1.00, 1.50
Talud de relleno	: Z: 1.50
Sub base	: 0.45 m.
Base	: 0.15
Carpeta asfáltica	: e=2.5"

### **E. COSTOS DEL PROYECTO**

<b>Inversión</b>	<b>Alternativa 1</b>
TOTAL COSTO DIRECTO	37'495,288.17
GASTOS GENERALES (15% CD)	5'624,293.23
UTILIDAD (10% CD)	3'749,528.82
SUB TOTAL	46'869,110.22
IGV (19% ST)	8'905,130.94
COSTO TOTAL DE OBRA	55'774,241.16
ESTUDIO DEFINITIVO (1.25 % CTO)	697,178.01
SUPERVISION (2% CTO)	1'115,484.82
COMPENSACION POR DER. DE VIA (0.25 % CO)	139,435.60
CAPACITACION (0.06%)	33,464.54
TOTAL PRESUPUESTO	57'759,804.12

## **F. BENEFICIOS DEL PROYECTO**

### **A. Beneficios Sin Proyecto**

Son los beneficios generados por la intervención de la situación actual optimizada.

### **B. Beneficios Con Proyecto**

Son los beneficios generados como resultado de la intervención en el proyecto con la alternativa seleccionada.

### **C. Beneficios Incrementales**

Es la diferencia entre los beneficios generados con la situación con proyecto y los beneficios generados con la situación sin proyecto.

En el presente cuadro se muestra los beneficios económicos (precios sociales) por cada una de las estrategias que se usó para el análisis socio-económico mediante el simulador, el software HDM III, dichos resultados están en la moneda de entrada de datos del HDM III, es decir en Millones de Dólares (\$) y para un tipo de cambio de S/. 3.00.



Fecha de la Corrida : 26/10/09

Nombre de la Carretera: REH. Y MEJ. CARR. DEP. SM - 103

Primera Segunda Tercera Cuarta Quinta

Estrat. Estrat. Estrat. Estrat. Estrat.

Año

Cale Beneficio Beneficio Beneficio Beneficio Beneficio

ndar Economico Economico Economico Economico Economico

io Netos Netos Netos Netos Netos

1	2010	0.000	-7.393	-9.168	-9.365	-9.858
2	2011	0.000	0.601	0.563	1.241	1.291
3	2012	0.000	0.382	0.716	1.546	1.609
4	2013	0.000	0.450	0.720	2.002	2.077
5	2014	0.000	0.665	0.627	1.360	1.429
6	2015	0.000	0.664	0.837	1.643	1.811
7	2016	0.000	0.547	0.838	2.166	2.261
8	2017	0.000	0.734	0.727	1.496	1.585
9	2018	0.000	0.729	0.971	1.932	2.035
10	2019	0.000	0.610	0.934	2.340	2.441
11	2020	0.000	0.809	0.838	1.180	1.304
12	2021	0.000	0.768	1.086	2.222	2.284
13	2022	0.000	0.680	1.027	2.627	2.694
14	2023	0.000	0.891	0.962	1.931	1.986
15	2024	0.000	0.845	1.188	2.453	2.520
16	2025	0.000	0.777	1.134	2.794	2.950
17	2026	0.000	0.980	1.100	2.161	2.219
18	2027	0.000	0.930	1.284	2.703	2.773
19	2028	0.000	0.920	1.268	3.183	3.258
20	2029	0.000	1.815	2.170	3.358	4.453

Moneda: (millones de Dollars)

Primera Estrategia: BASE OPTIMIZADA

Segunda Estrategia: MEJORAMIENTO EN AFIRMADO

Tercera Estrategia: MEJORAMIENTO AFIRMADO MEJORADO

Cuarta Estrategia: MEJORAMIENTO EN TSB

## G. RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN SOCIAL

Los resultados de la evaluación social de la alternativa seleccionada, aplicando la metodología costo/beneficio, y obtenidos mediante el software simulador HDM III, se muestra en los siguientes cuadros.

INDICADORES ECONOMICOS	PREC.SOCIALES
VAN	16'860,000
TIR	18.0%
B/C	1.67

## H. SOSTENIBILIDAD DEL PIP

Los factores que garanticen que el proyecto generará los beneficios esperados a lo largo de su vida útil, incluyen los siguientes aspectos:

### **Compromisos institucionales previstos para las fases de Pre Inversión del proyecto**

En la etapa de Pre Inversión participará el Proyecto Especial Huallaga Central y Bajo Mayo, como unidad formuladora asumiendo todos los costos de esta etapa.

### **Compromisos institucionales previstos para las fases de Inversión del proyecto**

En la etapa de Inversión participara las Municipalidades Distritales de Sacanche, el Eslabón, Piscoyacu y la Municipalidad Provincial del Huallaga, brindando las facilidades durante todas las etapas del PIP, el Gobierno Regional de San Martín a través del Proyecto Especial Huallaga Central y Bajo Mayo, asumiendo el costo total de la Obra, siendo el monto de la inversión de la Alternativa seleccionada de S/. **57,759,804.12**, donde se incluye gastos para la elaboración de los estudios definitivos.

### **Compromisos institucionales previstos para las fases de post Inversión del proyecto**

Para el mantenimiento de la infraestructura a Rehabilitarse se ha considerado, según corresponda el horizonte (20 años), que la DRTC-SM estará a cargo de la Operación y Mantenimiento de la vía por ser el ente con la competencia respectiva por ser una vía Departamental.

En cuanto a las medidas adoptadas para reducir el alto riesgo a que está expuesto el proyecto se ha tenido en cuenta y se ha planteado acciones para reducir dicho riesgo como parte de las partidas a ejecutarse en la obra, tales como un adecuado tratamientos a los taludes especialmente en los sectores de derrumbes, las escorrentías producidas por las constantes lluvias serán drenadas por las cunetas revestidas y los cruces por alcantarillas y pontones diseñadas de acuerdo al estudio hidrológico de las cuencas a las que pertenecen las obras de arte.

## **I. IMPACTO AMBIENTAL**

El presente capítulo contiene las medidas de atenuación, control y prevención de los impactos negativos generados por las distintas actividades del Proyecto “Rehabilitación y mejoramiento de la carretera departamental SM - 103: Empalme PE – 5N (Sacanche) – El Eslabón – Piscoyacu – Saposoa, Provincia del Huallaga, Región San Martín”. Cabe señalar que el Contratista está obligado a cumplir con las medidas descrita para cada una de las actividades.

## **MEDIDAS DE MITIGACIÓN DURANTE LA ETAPA DE CONSTRUCCIÓN**

### **1.0 Alteración de la calidad del aire**

La calidad de aire se verá alterada por el incremento de los niveles de inmisión de partículas, metales pesados, y gases (NO<sub>2</sub>, CO, HC), generado por los movimientos de tierra, voladuras, tratamiento de materiales, producción de asfalto y el incremento de tráfico rodado.

El componente más afectado por la alteración de la calidad del aire es el antrópico porque afecta la salud de pobladores y trabajadores, acarreando una compleja sede de consecuencias igualmente negativas para los diferentes sectores sociales y económicos de la zona y para el proyecto mismo.

Por tal motivo se han identificado como puntos de mayor sensibilidad los centros poblados, las canteras, los patios industriales, las plantas de asfalto y los sectores donde se llevarán a cabo voladuras para el corte de material en roca.

Para atenuar el efecto del polvo en los centros poblados y patios industriales se deberá interponer una barrera física que limite el área de trabajo con la población o el entorno natural según sea el caso. Se sugiere colocar cercos de esteras de caña de aproximadamente 2.40 m de altura sujetos a bastidores de madera puesto que este material es de fácil adquisición en el área de la carretera.

Esta medida es multifuncional porque, además de minimizar el efecto de polvo actuando como cortina rompevientos, amortiguará los molestos ruidos producidos por la maquinaria pesada y contribuirá a disminuir el riesgo de accidentes.

La vía, accesos y desvíos desprovistos de capa de rodadura deberán mantenerse constantemente humedecidas; asimismo, la velocidad en los sectores poblados deberán ser restringida a 30 Km. /hora para evitar el levantamiento de polvo. Los volquetes deberán contar con cobertores de lona para evitar el escape de polvo hacia la atmósfera cuando se estén transportando materiales.

Para evitar incrementar de manera sustantiva los niveles de inmisión, los vehículos y maquinaria deberán estar sujetos a un mantenimiento periódico que garantice su adecuado estado de carburación, con la misma finalidad se

deberá mantener un tráfico fluido evitando embotellamientos sobre todo en las zonas urbanas.

Las plantas de asfalto son consideradas como uno de los mayores contaminantes en la construcción de una vía, debido que durante su operatividad se involucran la contaminación del aire por el vertido de material particulado a la atmósfera y la carburación de la maquinaria. Para mitigar el impacto crítico generado por la producción de asfalto, el contratista deberá cumplir con las siguientes normas:

Respetar la ubicación señalada para su instalación. Si esto no fuera posible, se debe tener en cuenta que si bien es cierto las plantas se localizan por lo general cerca de las canteras donde se va a extraer y tratar el material para la producción de asfalto para evitar el incremento por transporte, también deben estar alejadas de centros poblados o de predios agrícolas, básicamente porque durante el proceso de secado se escapan de las chimeneas partículas que pasan la malla 200 que son fácilmente transportadas por el viento e inhaladas.

- Instalar y operar equipos que permitan controlar la contaminación del aire. Las plantas de asfalto deberán contar con un sistema de retención de finos en medio húmedo para lo cual deberá construirse una poza que permita el reciclado del agua y una eficiente limpieza después de cada periodo de producción.
- La maquinaria deberá estar en buen estado de carburación debiendo estar sujeta a un mantenimiento de acuerdo a sus especificaciones.
- Con relación a las voladuras, éstas deberán ser dosificadas para evitar entre otras cosas una desmedida emisión de polvo y particulado; deberá tomarse las medidas necesarias para evitar el incremento del riesgo en las zonas con un volumen elevado de voladura.

Existe un método que, según el tipo de material de la roca es aplicable a la carretera materia de estudio que permitiría obtener superficies de corte lisas y bien definidas al tiempo que evita el agrietamiento excesivo de las rocas,

es el método de voladura controlada o smooth blasting, que consiste en el empleo de cargas explosivas lineares de baja energía colocadas en taladros muy cercanos entre sí y disparados simultáneamente, antes o después de la voladura principal para crear y controlar la formación de una grieta continua que delimite la superficie final de un corte o excavación, este método también se utiliza para realizar voladuras controladas en bancos conociéndose tres métodos principales: Perforación en línea, Voladura amortiguada y voladura de precede.

## **2.0 Incremento de los niveles sonoros**

Si bien es cierto que la maquinaria pesada (D-6, M o retroexcavadoras) tiende por si sola a incrementar los niveles sonoros, independientemente a que su carburación o sistemas de silenciadores se encuentren en buen estado, similar situación se observa en la operación de instalaciones fijas.

El incremento de los niveles sonoros en algunos casos no podrá ser reducido debido a que equipos como maquinaria por si solos producen ruidos durante su desplazamiento y funcionamiento (D-8, retroexcavadora de orugas compresoras, etc.), el personal a cargo de este tipo de equipo deberá estar protegidos con protectores auditivos para minimizar el impacto, es necesario indicar que la exposición a un ruido aun de pocos decibeles por largo tiempo, puede tener los mismos resultados que estar expuesto a grandes ruidos por periodos cortos, por lo cual no podrán tener estos operarios turnos largos mayores de 10 horas continuas expuestos a estos ruidos.

En los centros poblados y patios industriales el aislamiento de la zona de trabajo interponiendo una barrera física como son los cercos fabricados con esteras sujetos a bastidores de madera, que han sido sugeridos para minimizar el efecto de polvo, servirán igualmente para amortiguar el ruido de la maquinaria. Asimismo, deberá prohibirse o restringirse cualquier trabajo que ocasione la perturbación de los pobladores en horas normales de

sueño 22:00 a 06-00 horas sobre todo en las localidades de Sacanche, El Eslabón y Piscoyacu.

Durante las voladuras el personal deberá contar con protectores auditivos que amortigüen el ruido producido por la detonación, no deberán usarse detonadores tipo plastas sobre todo en las inmediaciones a los centros poblados, porque la detonación produce una onda de presión de fuerte concusión y mucho ruido por lo que su empleo en lugares cercanos a poblaciones tiene inconvenientes por los riesgos y molestias que pueden ocasionar.

### **3.0 Cambio micro-climático**

El cambio microclimático es una alteración que aunque es considerada leve no será fácil controlar, debido a que las labores que la producen son indispensables para la ejecución de los trabajos, deberá tenerse cuidado de no afectar más área de la que se requiere.

Las áreas desnudadas por los taludes inestables, una vez que alcancen una pendiente adecuada de reposo debido a los cortes establecidos en el proyecto, tenderán a una recuperación de vegetación, muchas plantas que se encuentran presentes en los márgenes de la carretera, participan en el proceso natural de sucesiones vegetales, las cuales serán las encargadas de recubrir estas áreas desnudadas, entre esta vegetación natural observamos a “pata de gallo” *Eleusine indica*, “piripi” *Cypereus eragrostis*, “shanga” *Cridoscolus sp.*, “malva” *Malachra capitata*, “ocuera” *Vernonia bacharoides*, “parcha huasca” *Pyrotegia venusta*.

Los suelos degradados suelen recuperar su fertilidad en el lapso de de 1 a 5 años siendo las especies antes mencionadas las principales componentes de la vegetación natural de la purma en la Región y por ende a lo largo de la Carretera Sacanche – Saposoa.

De igual forma, en las zonas boscosas a intervenir, también deberá tenerse en cuenta el repoblamiento con especies presentes en el área, con la finalidad de no interferir significativamente en los nichos ecológicos y hábitats de las especies de meso fauna y fauna superior.

#### **4.0 Cambio en la estructura paisajística**

La mitigación del impacto ocasionado en la estructura paisajística generados por la construcción de las variantes propuestos en el Expediente Técnico, la explotación de material de las canteras de ríos y de cerros; los cortes de talud de material suelto; los cortes de talud de roca suelta y roca fija; la disposición de materiales excedentes en los botaderos, y los deslizamientos y derrumbes en los taludes inestables presentes a lo largo de la carretera, comprende la sumatoria de una serie de medidas que en su conjunto tienden a no incrementar los cambios en el paisaje.

Para mitigar los efectos del cambio de la estructura paisajística generado por la construcción de las variantes, se deberá respetar lo dispuesto por el proyecto con relación a la topografía, Georeferenciación, secciones transversales, y límites de limpieza y roce; así como los volúmenes de corte para explanaciones y la adecuada disposición del material excedente en los botaderos señalados por el estudio.

Para la explotación de las canteras deberá diseñarse un adecuado sistema y programa de aprovechamiento del material, con la finalidad de producir el menor daño al ambiente, el mismo que será diferente dependiendo de la fuente del material (lecho de río o cerro), de los volúmenes a extraerse y la utilidad: debiéndose cumplir lo dispuesto al respecto en el Manual Ambiental para el Diseño y Construcción de Vías del MTC.

Con la finalidad de recuperar las condiciones originales, las áreas correspondientes a las canteras deberán ser materia de levantamientos topográficos antes y después de la explotación tal como se estipula en las



Especificaciones Técnicas Especiales de las partidas 102 Topografía y Georeferenciación.

Una vez concluida la explotación de las canteras de cerro, se deberán ejecutar las medidas inmediatas para evitar la erosión, la ocurrencia de derrumbes o de deslizamientos que interrumpan las labores de obra en la etapa de construcción y del tránsito en la etapa operativa; aumentando los costos de mantenimiento. Cuando los taludes excavados tengan más de 3 metros de altura, deberán hacerse terrazas o banquetas de corte, tal como se indica en las Especificaciones Técnicas Especiales.

Las mismas medidas preventivas deberán ser aplicadas para los casos de corte de talud de material suelto.

Luego de haber ejecutado los cortes en talud de roca suelta y roca fija, el contorno final de las paredes en los trabajos realizados deberá presentar una sección limpia y homogénea, libre de grietas e irregularidades. Para la consecución de este fin se deberá emplear algún sistema de voladura controlada (voladura amortiguada o voladura de precorte) que permita obtener superficies de corte lisas y bien definidas.

Por ningún motivo se permitirá que los materiales de desecho se incorporen en los terraplenes y, mucho menos, disponerlos a la vista en las zonas o fajas laterales reservadas para la vía, predios agrícolas, urbanos o rurales, lechos de lo, quebradas, sistemas de drenaje, y canales; debiendo ser transportados a los lugares asignados por el presente estudio como botaderos.

La disposición de material de desecho deberá ser efectuada cuidadosamente y gradualmente compactada por tanda de vaciado. El depósito de desecho será construido de acuerdo con el diseño presentado que ha considerado su integración al paisaje circundante, en general será rellenado paulatinamente con los materiales excedentes, extendido y nivelado sin permitir que existan zonas en que se acumule agua proporcionando inclinaciones según la escorrentía natural del terreno.

## **5.0 Interrupción de cauces y fuentes de agua**

El área de trabajo es atravesado por quebradas que cortan o cruzan la vía y que llevan agua durante todo el año, que poseen un dimensionamiento apropiado, para el cruce de las aguas, solo se ha considerado cambios en sectores donde dichas obras de arte resultan insuficientes para la vía pero no para el cruce de las aguas. Las labores de construcción para estas obras de arte obligará la derivación de los cauces naturales sólo en las secciones comprometidas con la carretera, debiendo ser reconectados aguas abajo a su cauce natural, evitándose ocasionar desbordes de las aguas por el inadecuado dimensionamiento de los canales temporales.

El diseño de las Obras de Arte y Drenaje ha tomado providencias en zonas agrícolas a fin de no interferir durante este proceso la provisión de agua, sobre todo en las épocas de cultivo. Asimismo se ha definido y dimensionado los cruces de cauces a través de la vía, con alcantarillas que permitirán su fácil mantenimiento.

## **6.0 Alteración de calidad de aguas superficiales**

Para evitar una alteración en la calidad de las aguas, por aumento de la turbidez generada por el movimiento de tierras durante la explotación del material de préstamo en el lecho de los ríos, la explotación se hará en época de estiaje cuidando de no afectar el cauce ocupado por las aguas. En los casos que se requiera el Contratista deberá implementar una zona en el cauce que sirva de desarenador, lo cual se logra empozando las salidas para disminuir la velocidad de las aguas y que por gravedad las partículas se precipiten mejorando y eliminando la turbidez a causa de la explotación.

Asimismo es obligación del Contratista colocar letreros y proteger que no se lleven a cabo la práctica del lavado de vehículos en los dos y quebradas. El

Contratista deberá construir áreas para el lavado de vehículos en su patio de maquinas.

## **7.0 Destrucción directa del suelo**

La destrucción directa del suelo se presentará por la ampliación de la plataforma, la construcción del campamento y áreas de servicio, y la compactación de los suelos por maquinaria pesada en los accesos varios y áreas de botaderos y canteras, muchas de estas actividades no podrán contar con medidas específicas de mitigación, como por ejemplo la ampliación de la plataforma, pero en otras se ha establecido medidas específicas como es la construcción del campamento y adecuación de botaderos y canteras, que permitirán reducir una mayor área de suelo destruido.

## **8.0 Alteración de la calidad edáfica**

En las Especificaciones Técnicas de la partida Desbroce y Limpieza en Bosque y Desbroce y Limpieza en Zonas no boscosas, establece detalladamente la metodología como deberá llevarse a cabo las labores de desbroce y Limpieza a la que esta actividad no genere daños en las zonas aledañas a la vía.

Todas las partidas que involucran movimiento de tierras han considerado el factor ambiental en su ejecución tratando de evitar comprometer la estabilidad de los suelos aledaños a la vía.

## **9.0 Destrucción directa de flora**

Se ha considerado en el Estudio la necesidad de realizar cortes y talas de árboles en la etapa de construcción, se han dado dispositivos en las Especificaciones Técnicas que explican a detalle y de acuerdo a las condiciones encontradas como deberá ser llevada a cabo dicha partida, allí

se indica que la tala y corte de vegetación arbórea deberá ser hecha en coordinación con las autoridades competentes del Ministerio de Agricultura, puesto que la Ley Forestal y Fauna Silvestre (Decreto Legislativo N° 1090 del 28 de junio del 2008) señala que este Ministerio es el encargado de regular y controlar la conservación de las especies, dando pautas de cómo debe hacerse el trabajo en sectores donde son los árboles la flora dominante. El Ministerio de Agricultura indicará el destino final de los restos de estas talas. No debe permitirse corte de vegetación mayor a la requerida, su efecto será más visual cambiando el paisaje negativamente. Como una actividad adicional se ha pensado en revegetar zonas sensibles para la protección de taludes de corte y relleno en los sectores donde se ha visto necesario esta actividad.

## **10.0 Destrucción de hábitat**

Se espera que este impacto dure mientras se presente las actividades de construcción, las medidas a ser aplicadas están relacionadas al ítem de Destrucción directa de flora, adicionalmente se prohíbe la caza furtiva, la posición de armas de fuego por parte de personal que no sea de seguridad. La protección de las áreas con vegetación natural, promueve a su vez la protección de la fauna, debe darse charlas continuas a los trabajadores sobre la importancia de la fauna y la vegetación y cual debe ser el comportamiento de los trabajadores.

Es importante explicar al personal a cargo de la construcción de la carretera, que durante la construcción muchos animales por la destrucción de su hábitat natural serán evidentes y no deben ser eliminadas especialmente culebras y pequeñas víboras, las que en su mayoría son inofensivas, estas charlas deben enseñar a los trabajadores las características de las especies peligrosas y debe contarse con personal para reubicar estas en sectores alejados de la vía. Ello incluye además el manejo adecuado de anfibios, la relación con especies

vegetales, así como la presencia de nidos y polluelos de cualquier tipo de ave silvestre.

### **11.0 Uso de espacios de terceros**

El estudio señala los predios donde deberán ser ubicados los campamentos, patios de máquinas, patios industriales, canteras y botaderos. Cualquier cambio a lo estipulado deberá ser materia de aprobación por parte de la Supervisión.

Las Especificaciones Técnicas Especiales de las partidas Campamentos y Obras Provisionales, señalan que el Contratista deberá solicitar ante las autoridades competentes, dueños o representante legal del área a ocupar, los permisos de localización de las construcciones provisionales, debiendo realizar las coordinaciones necesarias con las autoridades de gobierno para impedir el desarrollo de asentamientos humanos en base a la localización de los campamentos.

Estas especificaciones velan directamente por el derecho de propiedad de los dueños, y es una medida preventiva ante el impacto negativo que conllevan los conflictos sociales. Asimismo, el uso de canteras y espacios para localizar los patios industriales deben estar ceñidos por estas especificaciones.

Los espacios utilizados para la ubicación y operación de campamentos y patio de máquinas así como los ocupados por las plantas de asfalto, chancadoras y zarandas deberán estar claramente delimitados por una barrera física que haga posible identificar tales límites a fin de no comprometer las áreas adyacentes que no están consideradas en la restitución ambiental.

Finalmente, todo espacio perteneciente a terceros deberá contar con la aprobación del propietario a fin de evitar conflictos que podrían ocasionar la paralización temporal de las obras con un efecto negativo crítico.

Los procesos de expropiación considera la indemnización a los propietarios de los predios a ser expropiados, es necesario que los pagos a estos sean hechos antes que se inicien las labores o a más tardar paralelas a la ejecución, para el caso de la pérdida de suelos, esta es una condición inherente a los procesos de construcción de una carretera.

## **12.0 Daño a estructuras existentes**

Las expropiaciones deben ser materia de un estudio y análisis especializado que se presente en volumen separado. Dicho estudio evaluará la situación y relevancia de las expropiaciones de la Carretera Sacanche – Saposoá y deberá presentar el Plan de Acción de Reasentamiento Involuntario- PARI, así como la Matriz General de los Afectados por la Construcción de la Carretera, con el total de afectados, el grado de afectación, así como el área afectada y el monto del costo de afectación.

En zonas urbanas, los trabajos deben ser realizados coordinando estos con las autoridades locales a fin de evitar accidentes e imprevistos (cruce de tuberías o limitaciones de acceso a viviendas o centros de comercio). Cualquier imprevisto deberá comunicarse a la Supervisión de Obra a fin de que se plantee la solución correspondiente. En caso de necesidad de ingresar a propiedad privada el Contratista deberá contar con la autorización escrita del propietario.

## **13.0 Interferencia a la accesibilidad**

En la partida Mantenimiento de Transito y Seguridad Vial se han considerado las actividades necesarias para permitir un tránsito fluido a pesar de la ejecución de las obras y sobre todo seguro, en las Especificaciones Técnicas se describe detalladamente cómo debe ser hecha esta actividad. En todos los cruces por zonas urbanas y centros poblados, así como en las intersecciones con otras vías, deberá contarse con la

señalización adecuada, así como, de ser necesario, disponer de personal destinado exclusivamente al control del tránsito con la ayuda de señales personales.

#### **14.0 Movilización de maquinaria pesada**

La maquinaria pesada presentada por el Contratista debe ser previamente inspeccionada y aprobada, el ingreso posterior de maquinaria debe ser autorizada por la Supervisión, la que debe encontrarse en perfecto estado de mantenimiento. Debe llevarse un control adecuado de estas y exigir al Contratista se le dé un mantenimiento total cada 250 horas de trabajo continuo.

La maquinaria que constantemente ingrese a reparaciones debe ser sacada de obra, y reemplazadas por equipo en buen estado de operatividad, siendo obligación del Contratista de contar con equipos en buen estado.

El uso de maquinaria pesada en zonas urbanas, tales como compactadoras debe hacerse considerando que la aplicación de vibraciones sobre construcciones, muchas veces de adobes puede causar desmoronamiento de estas estructuras.

#### **15.0 Operatividad de chancadoras**

Esta considerado su uso en todos los tramos, sus efectos sobre el incremento de niveles sonoros y la afectación de la calidad del aire serán negativos, adicionalmente la presencia de vientos y la capacidad de transportar partículas a grandes distancias.

Las medidas de seguridad deben estar basadas en la seguridad de los trabajadores que laboran es estas chancadoras, el Contratista no debe permitir la no utilización del equipo de seguridad personal; adicionalmente debe adaptarse en las fajas transportadoras mangas de lona para evitar la

dispersión de partículas al medio ambiente, el material deberá ser dotado de cierta humedad con el mismo fin.

La correcta instalación permitirá un mejor manejo de los agregados seleccionados aminorando su necesidad de transporte y por lo tanto las posibilidades de incrementar partículas en el medio ambiente, se ha considerado un monto adecuado para esta fase de instalación en la partida de Obras Preliminares, 01.01 Movilización y Desmovilización de Equipos.

## **16.0 Operatividad de planta de asfalto**

Aunque en este periodo inicial no se contempla su uso, este tendrá un efecto negativo básicamente en la calidad del aire, debido a las partículas que se escapan por las chimeneas durante el proceso de secado, estas normalmente pasan la malla 200 siendo fácilmente transportadas, adicionalmente el uso de petróleo para su funcionamiento y la liberación de particulados y combustión incompleta incrementara el efecto negativo en la calidad del aire adicionando un factor más de contaminación.

Las medidas de seguridad deben estar basadas primeramente en la seguridad de los trabajadores que laboran en la Planta de Asfalto, el Contratista no debe permitir la no utilización del equipo de seguridad personal, sobre todo durante el uso de productos químicos tóxicos como aminas tipo "Radicote", se incluye dentro de la partida Gastos Generales Variables del Proyecto, un monto para efectos de Seguridad Industrial, adicionalmente la Planta de Asfalto debe contar con un sistema de retención de finos en medio húmedo, para lo cual se debe construir una poza de retención de finos que permita el reciclado del agua y una correcta limpieza de esta después de cada período de producción.

La correcta instalación permitirá un mejor manejo de los agregados seleccionados aminorando su necesidad de transporte y por lo tanto las posibilidades de incrementar partículas en el medio ambiente, se ha



considerado un monto adecuado para esta fase de instalación en la partida de Obras Preliminares, 01.01 Movilización y Desmovilización de Equipos.

### **17.0 Tratamiento de residuos y desechos**

Los desechos sólidos no reciclables deberán de ser depositados en vertederos sanitarios, los materiales reciclables podrán ser donados a las comunidades.

### **18.0 Prevención de derrames de contaminantes**

Los cambios de aceite y filtros de la maquinaria deberán ser cuidadosos, disponiéndose el aceite de deshecho en bidones para ser retirados a las ciudades de Bellavista, Juanjuí o Tarapoto donde podrán ser reciclados.

En caso de derrames accidentales el Contratista deberá contar con un Plan de Contingencias que permita superar en codo tiempo este tipo de emergencia. Es obligación del Contratista asumir dichos accidentes aun no tenga obligación legal, ya que muchos de esos productos son pagados puestos en obra, y la responsabilidad legal es de la empresa que los transporta, por lo que debe incluirse la actividad de limpieza provocada por accidentes en el Contrato del seguro de transporte como obligación, los costos de limpieza serían pagados por el seguro.

### **19.0 Uso de explosivos**

Cuando durante las explanaciones, explotación de canteras o demoliciones se requiera el uso de explosivos, la supervisión debe constatar que el transporte, almacenamiento y uso de éstos se efectúe de acuerdo con lo estipulado en el numeral 2.2.4 del Manual Ambiental para el Diseño y Construcción de Vías del MTC y que la dosificación empleada esté de acuerdo con el tipo de material que será removido.

Debe tenerse muy presente que el inadecuado uso de explosivos puede resquebrajar profundamente la parte del cuerpo del talud que no debe ser alterado y propiciar la permanente caída de trozos de roca, que puedan ser causa de accidentes e interrupciones del tránsito.

Además, supervisar que se tomen las medidas adecuadas en cuanto a señalización, hora de explosión, cuenta de disparos y otras medidas más que es necesario tomar para evitar accidentes.

Adicionalmente a lo expuesto el Contratista deberá observar las siguientes normas generales con relación al campamento:

- Las áreas destinadas a la ubicación de los campamentos y depósitos deberán tener una extensión mínima, evitándose en lo posible la remoción de la cobertura; para ello, se debe conservar la topografía natural del terreno a fin de no realizar movimientos de tierra excesivos.
- En lo posible, los campamentos serán construidos con material prefabricado.
- De considerarse necesaria la remoción de los suelos para el emplazamiento de los campamentos, la cobertura superficial de material orgánico removido debe ser convenientemente almacenada y protegida para su empleo posterior en la restauración del área alterada.
- Por ningún motivo se debe interferir con el uso del agua de la población local, sobre todo de aquellas fuentes de captación susceptibles de agotarse.
- Los campamentos deberán estar provistos de los servicios básicos de saneamiento. Para la disposición de excretas se podrán construir silos artesanales en lugares seleccionados que no afecten especialmente cuerpos de agua. Al final de la rehabilitación, los silos serán convenientemente sellados.
- Deberán contar con equipos de extinción de incendios, personal paramédico y material de primeros auxilios médicos, a fin de atender urgencias de salud de los trabajadores.
- El agua doméstica deberá ser apta para el consumo humano, utilizando técnicas

de tratamiento como filtración y cloración.

- Los silos deberán ser excavados con herramientas manuales y su construcción debe incluir la impermeabilización de las paredes laterales y fondo de los mismos; así como la colocación de tuberías de infiltración.
- Los silos que hubieran cumplido con su período de vida útil serán clausurados, utilizando para ello el material excavado inicialmente.
- La basura industrial y doméstica deberá colocarse en contenedores resistentes al manipuleo con tapa hermética en bolsas plásticas, los cuales deben ser separados en grupos de desperdicios biodegradables y no biodegradables, los primeros deberán ser separados en dos grupos, el primero de descomposición rápida (alimentos) y de descomposición lenta (papelería, restos de madera y otros), dada las limitaciones de transporte deberá construirse rellenos sanitarios para los desperdicios biodegradables, para el caso de los productos no biodegradables (aceites, grasas industriales, neumáticos, metales, latas y otros) deberán ser almacenados y transportados hacia las ciudades de Saposoa, Bellavista o Juanjuí y depositados en el relleno sanitario de esa ciudad, por ningún motivo debe de ser desechados en los lugares de disposición final de las comunidades, puesto que la capacidad de carga de éstos no soportarían la cantidad ni el tipo de desperdicios.
- Finalizado los trabajos de rehabilitación, las instalaciones de los campamentos serán desmanteladas y dispuestas adecuadamente.
- Los materiales reciclables podrán ser entregados a la comunidad en calidad de donación para ser utilizados para otros fines.
- El Contratista promoverá charlas a fin de hacer conocer a la población laboral empleada, la obligación de conservar los recursos naturales adyacentes a la zona de los trabajos.
- Para ubicar los botaderos se deben tener en cuenta los siguientes criterios: Que no estén localizadas en áreas utilizadas para la alimentación del ganado o en zonas de productividad agrícola para evitar que se generen situaciones de

conflicto con los pobladores de las comunidades; Que no interrumpen el flujo de aguas en quebradas, ríos u otros drenajes y cursos de agua.

El costo que demanda realizar dichas acciones se resume en el presente cuadro:

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio (S/.)	Parcial (S/.)
<b>08</b>	<b>PROTECCION AMBIENTAL</b>				<b>1,293,330.07</b>
08.01	REVEGETALIZACION	HA	12.00	4,794.01	57,528.12
08.02	APERTURA DE DEPOSITOS DE DESECHOS	HA	15.00	2,552.07	38,281.05
08.03	DEPOSITOS DE DESECHOS (ACOMODO)	M3	300,000.00	3.06	918,000.00
08.04	RESTAURACION DE DEPOSITOS DE DESECHOS	HA	15.00	3,252.07	48,781.05
08.05	READECUACION AMBIENTAL EN AREAS DE CANTERAS Y PLANTAS DE TRITURACION	M2	120,000.00	0.53	63,600.00
08.06	READECUACION AMBIENTAL DE AREAS DE CAMPAMENTOS Y ALMACENES	M2	3,500.00	2.20	7,700.00
08.07	SELLADO DE LETRINAS	UND	5.00	504.05	2,520.25
08.08	PROGRAMA DE EDUCACION AMBIENTAL	MES	15.00	4,800.00	72,000.00
08.09	PROGRAMA DE SEÑALIZACION AMBIENTAL	UND	40.00	432.99	17,319.60
08.10	PROGRAMA DE CONTINGENCIAS	GLB	1.00	10,000.00	10,000.00
08.11	PROGRAMA DE SEGUIMIENTO Y VIGILANCIA	MES	12.00	4,800.00	57,600.00

## J. ORGANIZACIÓN Y GESTION

La Municipalidad Provincial del Huallaga y las municipalidades distritales de Sacanche, El Eslabón y Piscoyacu, representan a los centros poblados, anexos, caseríos, etc., promueve la adecuada prestación de los servicios públicos, fomenta el bienestar de los vecinos y el desarrollo integral y armónico de las circunscripciones de su jurisdicción. Su compromiso con el proyecto de Inversión Pública en mención es asumir la responsabilidad de brindar todas las facilidades que el desarrollo del PIP requiera durante todas sus fases.

La Dirección Regional de Transportes y Comunicaciones de San Martín es el ente responsable de la Operación y Mantenimiento del PIP durante el horizonte, ella asumirá los gastos que estas actividades requieran ya que dicha institución es el ente responsable por ser una vía departamental.

El estudio de pre inversión en mención forma parte del Plan Vial Departamental Participativo de la Región San Martín elaborada el 2008; en la que indica que dicha vía es considerada de prioridad alta y con una importancia máxima (valor 1.0) en los nodos de conexión; parámetros con las que mide la importancia y prioridad de las vías en este documento.

El Proyecto Especial Huallaga Central y Bajo Mayo (PEHCBM) y el Gobierno Regional San Martín buscan la articulación del sistema vial de la región, que integre a las localidades de su ámbito de acción, a través de una gestión vial efectiva y coherente. Están involucrados como unidad formuladora y ejecutora del PIP en mención por lo tanto su compromiso esta en financiar los estudios de pre inversión, inversión y la posterior ejecución.

El Proyecto Especial Huallaga Central y Bajo Mayo (PEHCBM), será responsable de la ejecución del proyecto, administrando los recursos que se le asignen para éste efecto.

En el siguiente cuadro, se muestra un resumen de las entidades involucradas, sus intereses y compromisos asumidos para con el proyecto.

#### ENTIDADES INVOLUCRADAS

ENTIDADES	INTERESES	COMPROMISOS
-----------	-----------	-------------

MUNICIPALIDAD PROVINCIAL y DISTRITALES	Representar a la comunidad perteneciente a la provincia, promover la adecuada prestación de los servicios públicos, fomentar el bienestar de los vecinos y el desarrollo integral y armónico de las circunscripciones de su jurisdicción	Brindar las facilidades para el normal desarrollo del PIP durante todas sus fases.
PROYECTO ESPECIAL HUALLAGA CENTRAL Y BAJO - MAYO GOBIERNO REGIONAL SAN MARTIN	Articula el Sistema Vial de caminos departamentales, que integren a su ámbito de acción, mediante una gestión vial efectiva y coherente	Elaborar los estudios de Pre inversión, así como participar en la fase de inversión.  Financiamiento del costo total de la obra
DIRECCION REGIONAL DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES DE SAN MARTIN	Garantizar la adecuada funcionabilidad y transitabilidad de las vías y una adecuada gestión vial dentro la región San Martín.	Asumir los costos de Operación Y mantenimiento rutinario y periódico del proyecto

Se sugiere la modalidad de ejecución de la obra por contrata; debido principalmente a la magnitud de la obra, encargándole al PEHCBM este proceso debido a la experiencia que tiene el Proyecto Especial Huallaga Central y Bajo Mayo en trabajos similares; a su vez que el área de influencia se encuentra dentro de la jurisdicción del proyecto mencionado.

## K. PLAN DE IMPLEMENTACION

En esta etapa se va a detallar la programación de las actividades previstas para el logro de las metas del proyecto, que tiene como meta la Rehabilitación y Mejoramiento de la Carretera Departamental SM - 103.

### a) Cronograma de Implementación Etapa de Inversión.

En esta etapa se van a realizar las siguientes actividades:

- Formulación de Expediente Técnico

Entidad Responsable de Formular : Proyecto Especial Huallaga Central y Bajo Mayo – GRSM.

Responsable de la Unidad Ejecutora : Ing. Marcos Días Espinoza.

Duración : 03 meses.

Recursos Financieros : Recursos ordinarios - PEHCBM.

- Construcción de la carretera (Obra)

Entidad Responsable de la Ejecución : Proyecto Especial Huallaga Central y Bajo Mayo – GRSM. y/o Empresa Externa

Responsable de la Unidad Ejecutora : Gerente - PEHCBM.

Duración : 12 meses.

Recursos Financieros : Recursos ordinarios - PEHCBM.

- Medidas de Reducción del Riesgo (Obra)

Entidad Responsable de la Ejecución : Proyecto Especial Huallaga Central y Bajo Mayo – GRSM. y/o Empresa Externa

Responsable de la Unidad Ejecutora : Gerente - PEHCBM.

Duración : 06 meses.

Recursos Financieros : Recursos ordinarios - PEHCBM.

- Medidas de Mitigación Ambiental

Entidad Responsable de la Ejecución : Proyecto Especial Huallaga  
Central y Bajo Mayo – GRSM. y/o  
Empresa Externa

Responsable de la Unidad Ejecutora : Gerente - PEHCBM.

Duración : 12 meses.

Recursos Financieros : Recursos ordinarios - PEHCBM.

- Supervisión de Obra

Entidad Responsable de la Supervisión : Consultaría Externa.

Responsable de la Unidad Ejecutora : Gerente - PEHCBM.

Duración : 18 meses.

Recursos Financieros : Recursos ordinarios - PEHCBM.

**b) Cronograma de Implementación Etapa de Operación Post Inversión.**

- Operación y Mantenimiento Rutinario – carretera.

Entidad Responsable del Mantenimiento : DRTC SM.

Responsable de la Unidad Ejecutora : Director Regional de Transportes y  
Comunicaciones.

Duración : 03 mes. (Cada año)

Recursos Financieros : Recursos propios–DRTC.

- Operación y Mantenimiento Periódico – Carretera.

Entidad Responsable del Mantenimiento : DRTC.

Responsable de la Unidad Ejecutora : Director Regional de Transportes y  
Comunicaciones.

Duración : 06 mes. (Cada 05 años)



Recursos Financieros : Recursos propios–DRTC.

- Operación y Mantenimiento Rutinario – Mitigación de riesgo.

Entidad Responsable del Mantenimiento : DRTC.

Responsable de la Unidad Ejecutora : Director Regional.

Duración : 01 mes. (Cada año)

Recursos Financieros : Recursos propios

- Operación y Mantenimiento Periódico – Mitigación de riesgo.

Entidad Responsable del Mantenimiento : DRTC.

Responsable de la Unidad Ejecutora : Director Regional.

Duración : 02 mes. (Cada 05 años)

Recursos Financieros : Recursos propios–Municipalidad-DRTC

### c) **Cronograma Físico de Implementación del Proyecto.**

A continuación se muestra un diagrama de Gant para todo el proceso de implementación, durante el periodo que dura la ejecución de la Obra, también se adjunta un cronograma físico financiero detallado de obra en la sección anexos.

## **CRONOGRAMA FISICO**

PLAN DE TRABAJO		TIEMPO												
		TRIM 0	TRIM 1			TRIM 2			TRIM 3			TRIM 4		
ELABORACION DEL EXPEDIENTE TECNICO														
1.- CONST. DE LA ACCRETEWRA DEPARTAMENTAL SM-103														
1.1	OBRAS PROVISIONALES													
1.2	OBRAS PRELIMINARES													
1.3	MOVIMIENTO DE TIERRAS													
1.4	PAVIMENTOS													
1.5	OBRAS DE ARTE Y DRENAJES													
1.6	TRANSPORTE													
1.7	SEÑALIZACION													
1.8	IMPACTO AMBIENTAL													
2.- CAPACITACION														
2.1	CAPACITACION AL COMITÉ PRO MANTENIMIENTO Y TRANSPORTE													
Fuente: Elaboración Propia														

Fuente: Elaboración Propia

## CRONOGRAMA FISICO-FINANCIERO

### CRONOGRAMA DE EJECUCION DE OBRA VALORIZADO

PROYECTO : REHABILITACIÓN Y MEJORAMIENTO CARRETERA DEPARTAMENTAL SM-103: EMPALME PE-5N(SACANCHE) - EL ESLABON - PISCOYACU - SAPOSOA, PROVINCIA DE HUALLAGA, REGION SAN MARTIN.															
CLIENTE: PROYECTO ESPECIAL HUALLAGA CENTRAL Y BAJO MAYO															
ITEM	PARTIDAS	Und	PRESUPUESTO	AÑO 01											
				MES 01	MES 02	MES 03	MES 04	MES 05	MES 06	MES 07	MES 08	MES 09	MES 10	MES 11	MES 12
01	TRABAJOS PRELIMINARES		1443,686.81	366,713.88	1075,152.77	1,820.16									
02	MOVIMIENTO DE TIERRAS		3606,668.39	173,548.64	429,257.90	988,190.49	919,818.93	305,064.53	295,223.74	335,612.63	159,951.53				
03	SUB BASES Y BASES		2764,340.92								628,398.49	994,373.21	1027,518.98	114,050.24	
04	PAVIMENTO ASFALTICO		7724,360.49									5714,995.65	1400,151.20	609,213.64	
05	OBRAS DE ARTE Y DRENAJE		13523,491.40		82,350.99	439,598.73	4610,993.82	5961,740.68	1639,256.04	564,101.18	225,449.96				
06	TRANSPORTE		5238,456.28	0.00							1880,482.27	2300,396.74	946,533.14	105,901.43	5,142.70
07	SEÑALIZACION Y SEGURIDAD VIAL		1900,953.81	0.00										1543,474.74	357,479.07
08	PROTECCION AMBIENTAL		1293,330.07	83,051.77	74,466.78	94,860.00	91,800.00	94,860.00	91,800.00	94,860.00	94,860.00	91,800.00	94,860.00	213,678.12	172,433.40
COSTO DIRECTO			S/.37495,288.17	623,314.29	1661,228.44	1524,469.38	5622,612.75	6361,665.21	2026,279.78	994,573.81	2989,142.25	9101,565.60	3469,063.32	2586,318.17	535,055.17
GASTOS GENERALES (15 %CD)			S/.5624,293.23	93,497.14	249,184.27	228,670.41	843,391.91	954,249.78	303,941.97	149,186.07	448,371.34	1365,234.84	520,359.50	387,947.73	80,258.28
UTILIDAD (10 %CD)			S/.3749,528.82	62,331.43	166,122.84	152,446.94	562,261.28	636,166.52	202,627.98	99,457.38	298,914.23	910,156.56	346,906.33	258,631.82	53,505.52
SUB TOTAL (CD + GG + UTI)			S/.46869,110.21	779,142.86	2076,535.55	1905,586.73	7028,265.94	7952,081.51	2532,849.73	1243,217.26	3736,427.81	11376,957.00	4336,329.15	3232,897.71	668,818.96
IGV (19 %ST)			S/.8905,130.94	148,037.14	394,541.75	362,061.48	1335,370.53	1510,895.49	481,241.45	236,211.28	709,921.28	2161,621.83	823,902.54	614,250.57	127,075.60
COSTO TOTAL DE OBRA (ST + IGV)			S/.55774,241.15	927,180.01	2471,077.30	2267,648.20	8363,636.47	9462,977.00	3014,091.17	1479,428.54	4446,349.10	13538,578.83	5160,231.69	3847,148.28	795,894.57
ESTUDIOS DEFINITIVOS (1.25 %CTO)			S/.697,178.00	232,392.67	232,392.67	232,392.67									
CAPACITACION (0.06 %CTO)			S/.33,464.54										11,154.85	11,154.85	11,154.85
SUPERVISION (2 %CTO)			S/.1115,484.82	18,543.60	49,421.55	45,352.96	167,272.73	189,259.54	60,281.82	29,588.57	88,926.98	270,771.58	103,204.63	76,942.97	15,917.89
COMPENSACION POR DERECHO DE VIA (0.25 %)			S/.139,435.60				23,239.27	23,239.27	23,239.27	23,239.27	23,239.27	23,239.27			
PRESUPUESTO TOTAL			S/.57759,804.12	1178,116.27	2752,891.52	2545,393.83	8554,148.46	9675,475.81	3097,612.26	1532,256.38	4558,515.35	13832,589.67	5274,591.17	3935,246.09	822,967.30
AVANCE MENSUAL (%)			100.00%	2.04%	4.77%	4.41%	14.81%	16.75%	5.36%	2.65%	7.89%	23.95%	9.13%	6.81%	1.42%
AVANCE ACUMULADO (%)			100.00%	2.04%	6.81%	11.21%	26.02%	42.77%	48.14%	50.79%	58.68%	82.63%	91.76%	98.58%	100.00%

## L. FINANCIAMIENTO

La fuente de financiamiento prevista para la inversión del proyecto en mención será la cadena presupuestal de la entidad pública Proyecto Especial Huallaga Central y Bajo Mayo; asignación proveniente del Gobierno Regional de San Martín, por ser una unidad ejecutora de la misma.

Mientras que la fuente de financiamiento prevista para la etapa de operación y mantenimiento será de la cadena presupuestal de la DRTC-SM, para ello el ente competente emitió una constancia de compromiso tal como se anexa en la sección de documentos Sustentatorios del PIP.

RESPONSABLES	MONTO	PORCENTAJE
GRSM-PEHCBM	57'759,804.12	100%
<b>TOTAL</b>	<b>57'759,804.12</b>	<b>100%</b>

## M. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Se ha elaborado este estudio a nivel de factibilidad para solucionar el problema que afecta a la población de los distritos de Sacanche, El Eslabón, Piscoyacu y Saposoa como es la **“LIMITADA CONDICIONES DE TRANSITABILIDAD PARA EL TRASLADO DE POBLADORES Y LA PRODUCCION HACIA LOS MERCADOS DE CONSUMO Y COMERCIALIZACION”**, elevando el costo de transporte, limitando el acceso a los servicios básicos, trayendo como consecuencia el **Limitado desarrollo económico, social y cultural de los pobladores** ubicadas en esta zona.

- La población beneficiaria directa son las habitantes asentados en los distritos de Sacanche, El Eslabón, Piscoyacu y Saposoa (Suman un total de 21,378 habitantes en el año 2009).
- Para la solución de este problema; se ha Planteado 05 estrategias siendo la alternativa seleccionada según el software HDM III, la siguiente:

#### **ALTERNATIVA SELECCIONADA:**

- Rehabilitación y Mejoramiento de la Carretera Departamental SM-103: Empalme PE-5N (Sacanche) – El Eslabón – Piscoyacu – Saposoa de 23.640 Km de longitud, con un ancho de calzada 6.60 m. a nivel de asfalto en caliente, con su respectivas obras de arte y drenaje.
- Capacitación a Pobladores y a todos los que hacen uso de la vía, con la finalidad de crear conciencia, promover actitudes responsables para el mantenimiento de la vía, no dañando las señales de tránsito, para conservar la vía en óptimo estado de funcionabilidad evitando también los accidentes de tránsito. La capacitación se realizará dos veces durante el proyecto.

Los resultados de la alternativa seleccionada es la siguiente:

<b>INDICADORES ECONOMICOS</b>	<b>PREC.SOCIALES</b>
VAN	16'860,000
TIR	18.0%
B/C	1.67

#### **Alternativa Seleccionada:**

Monto Total de inversión : **57'759,804.12**

Se recomienda solicitar a las áreas pertinentes la aprobación de este estudio a nivel de factibilidad del proyecto **“Rehabilitación y**

**Mejoramiento de la Carretera Departamental SM-103: Empalme PE-5N (Sacanche) – El Eslabón – Piscoyacu - Saposoa”** para continuar con la etapa del estudio definitivo y la ejecución del proyecto de inversión, por ser de necesidad vital para la población involucrada dentro del área de influencia, para solucionar el problema del servicio transporte y de esta manera contribuir en la mejora del nivel de vida de la población.

#### N. MARCO LOGICO DE LA ALTERNATIVA SELECCIONADA

MATRIZ DEL MARCO LOGICO PARA LA ALTERNATIVA SELECCIONADA				
	RESUMEN DE OBJETIVOS	INDICADORES	MEDIOS DE VERIFICACION	SUPUESTOS
<b>FIN</b>	- Incremento del Desarrollo Económico, Social y Cultural de los Pobladores	- Incrementar en un <b>4.00 %</b> anual las actividades económicas en los distritos directamente beneficiados a partir del año 1 después de concluido el proyecto.	- Realización de encuestas y censos.  - Estadística generales	- El Gobierno Regional apoya la ejecución de proyectos de infraestructura social y económica.
<b>PROPÓSITO</b>	- Condiciones óptimas de Transitabilidad para el traslado de Pobladores y la producción hacia los mercados de consumo y Comercialización	Se brinda transitabilidad al 100% de la demanda desde el año 01 de ejecutado el proyecto.	- Estadística de los sectores de transporte así como de agricultura. - Encuestas a transportistas	- Mantenimiento vial adecuado y programado. - no ocurrirán catástrofes en la vía.
<b>COMPONENTES</b>	- Vías de comunicación terrestre en buen estado - Existencia de Capacitación para Programa de Mantenimiento vial.	- 23.640 Km. De Carretera rehabilitada y mejorada, en óptimas condiciones de operación - 02 talleres realizados para capacitar a transportistas y personal de mantenimiento vial.	- Inventario vial - Informes de obra - Valorizaciones - Fotografías	- Recurso presupuestal oportuno por parte del Gobierno Regional.

ACTIVIDADES	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Elaboración de Estudios Definitivos</li> <li>-Rehabilitación y Mejoramiento de la carretera con asfalto en caliente.</li> <li>-Realización de Capacitación al comité pro mantenimiento y transportistas.</li> </ul>	Inversión	Alternativa 1	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Reportes de avance de obra de la U.E.</li> <li>- Cuaderno de Obra.</li> <li>- Facturas de Gastos.</li> <li>- Liquidación de Obra.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Disponibilidad de expertos para la elaboración de los estudios.</li> <li>- Suficiente capacidad técnica de la U.E. para ejecutar el proyecto.</li> <li>- disponibilidad de recursos económicos para la ejecución de la obra.</li> </ul>
		TOTAL COSTO DIRECTO	37'495,288.17		
		GASTOS GENERALES (15% CD)	5'624,293.23		
		UTILIDAD (10% CD)	3'749,528.82		
		SUB TOTAL	46'869,110.22		
		IGV (18% ST)	8'905,130.94		
		COSTO TOTAL DE OBRA	55'774,241.16		
		ESTUDIO DEFINITIVO (1.25 % CTO)	697,178.01		
		SUPERVISION (2% CTO)	1'115,484.82		
		COMPENSACION POR DER. DE VIA (0.25 % CO)	139,435.60		
		CAPACITACION (0.06%)	33,464.54		
		TOTAL PRESUPUESTO	57'759,804.12		



